COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut informe l'Académie que la prochaine séance générale trimestrielle doit avoir lieu le mercredi 1er avril, et la prie de vouloir bien désigner un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans cette séance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Tissu ou trame de cellulose extrait directement d'un épiderme; par* **M. Payen**.

« Dans mes différentes recherches sur les développements des végétaux, j'ai fait connaître un grand nombre d'exemples où la trame des cellules de divers tissus, d'abord facile à extraire avec ses formes primitives, et douée des propriétés ainsi que de la composition élémentaire de la cellulose, peut soit immédiatement, soit avec les progrès de la végétation, être injectée de substances organiques et minérales qui masquent ses propriétés caractéristiques.

» Dès que des matières azotées, grasses et salines, ont ainsi pénétré les parois des cellules dans toute leur épaisseur, il devient tellement difficile d'éliminer ces substances étrangères, que l'on a cru voir dans ce mélange intime une substance organique particulière, dont la cellulose,

disait-on, ne faisait pas partie; on a cru même y voir un principe immédiat nouveau.

» Lorsque, par l'analyse, je suis parvenu, comme Mitscherlich plus tard, à extraire de l'épiderme des plantes un principe immédiat, identique par sa composition et ses propriétées avec la cellulose, mais désagrégé et amorphe, on pouvait croire et dire que c'était là un produit des transformations effectuées par les réactifs énergiques dont nous avions fait usage.

» Ce fut afin de chercher à lever ces objections, ou d'en constater la justesse, que j'entrepris d'extraire d'un épiderme la cellulose inaltérée, conservant ses formes primitives, sa structure, sa composition et ses propriétés, à l'aide des procédés et des réactifs qui, dans des conditions égales, n'altéraient en rien la cellulose elle-même, formant des fibres textiles ou des cellules non injectées ni incrustées. Ce fut en réfléchissant à la difficulté de faire pénétrer rapidement les dissolvants concentrés dans toute l'épaisseur des parois sans attaquer et désagréger les parties superficielles, que je fus conduit à essayer d'affaiblir ces dissolvants, de prolonger et d'épuiser graduellement leur action.

» Dans la première quinzaine de janvier 1868, profitant des basses températures durant plusieurs journées, j'ai soumis à une congélation complète plusieurs tubercules de pommes de terre d'une variété (*Chardon*) à épiderme plus résistant que celui de quelques autres variétés.

» Cet épiderme fut facile à enlever après le dégel des tubercules; on le soumit successivement à l'action de l'eau acidulée par 0,04 d'acide chlorhydrique réel, pendant huit jours, et à des lavages pour enlever notamment tout le phosphate de chaux, puis à l'acide acétique étendu de 5 volumes d'eau pendant deux jours, enfin au même acide plus concentré durant sept jours. Après des lavages complets et l'égouttage, on ajouta une solution de potasse à 0,1, entretenue dans une étuve à la température variant en vingt-quatre heures de + 30 à + 70 degrés centésimaux. Cette solution fut renouvelée dans les mêmes conditions, à des intervalles égaux, cinq fois du 10 février au 5 mars. Cette fois seulement le liquide n'avait pris aucune coloration; après de nouveaux lavages à l'eau distillée et égouttage, on immergea les membranes dans l'acide acétique à 8 degrés pendant cinq jours, la température variant chaque jour en vingt-quatre heures entre + 25 et + 50 degrés centésimaux. On termina par des lavages complets par l'eau distillée, à laquelle ont fit succéder immédiatement des traitements par l'alcool anhydre trois fois renouvelé, par l'éther qui fut enlevé à son tour à l'aide de l'alcool, puis de lavages à l'eau.

» Les membranes étaient alors devenues très-souples et blanches, légèrement nacrées, telles que je les présente à l'Académie; sans doute leur pureté ne pouvait encore être considérée comme absolue, car chacun des réactifs, à sa dernière application, avait encore enlevé des traces sensibles des substances organiques ou minérales graduellement extraites du tissu épidermique; mais celui-ci, examiné sous le microscope, ne manifestait aucun signe d'altération; quelques grandes cellules bien moins résistantes du tissu interne laissées comme témoins n'étaient pas sensiblement attaquées.

» Un minime lambeau du tissu épidermique ainsi épuré et tout humide, observé au microscope, mis en contact avec une solution aqueuse légèrement alcoolisée d'iode, puis successivement avec trois gouttes d'acide sulfurique à 60 degrés, offrit peu à peu la teinte bleu indigo que manifeste la cellulose membraniforme épurée (1). Au bout d'une heure et après quarante-huit heures, les cellules alors disjointes de cette membrane épidermique se maintenaient teintes en bleu intense, tandis que dans de semblables conditions l'épiderme à l'état naturel résiste et présente une coloration d'un jaune orangé rabattu ou brun. Ces membranes épidermiques épurées étaient entièrement solubles dans le réactif de Schweitzer d'où l'acide chlorhydrique précipitait la cellulose pure amorphe. Ainsi donc, la cellulose débarrassée lentement par des réactions ménagées, qui ne pouvaient changer sa constitution propre, avait repris ses propriétés caractéristiques et sa composition normale : $C^{12} H^{10} O^{10}$.

» Le succès obtenu en appliquant la méthode nouvelle à l'une des membranes les plus difficiles a épurer de toutes les matières étrangères à la cellulose qui en forme évidemment la trame, ne pouvait que me confirmer dans l'espérance d'extraire une semblable trame de la cuticule épidermique des tiges, des feuilles et des fruits. J'ai commencé cette étude en séparant d'abord, par les moyens les plus simples et les réactifs les plus inoffensifs pour la cellulose, l'épiderme d'un *Cereus Peruvianus* (2) en trois parties parfaitement distinctes : la cuticule, les cellules épidermiques sous-jacentes et les pectates interposés entre de fines lamelles de cellulose dans toute l'épaisseur des parois des cellules où pénètrent les canalicules : ces pectates

(1) Quelques cellules montraient une teinte jaune orangée faible qui disparut bientôt à mesure que dans cette partie même de la membrane prédominait la coloration bleue caractérisant la cellulose.

(2) Que je dois à l'obligeance de notre confrère M. Decaisne, Directeur des cultures du Muséum d'histoire naturelle.

forment aussi la substance qui agglutine ces cellules entre elles et avec la cuticule; il suffit pour effectuer cette séparation d'enlever d'abord mécaniquement le tissu utriculaire qui renferme les granules verts, de tenir immergé, pendant huit jours, l'épiderme entier dans l'eau, acidulée par 0,04 d'acide chlorhydrique réel; on lave à épuisement, on immerge dans l'eau ammoniacale qui, formant un pectate d'ammoniaque soluble, disloque à l'instant même les trois éléments du tissu; les cellules, avec les prolongements de leur paroi interne qui constituaient des canalicules clos, se tiennent en suspension dans le liquide avec les corpuscules azotés qu'ils renferment; la cuticule seule conserve sa forme en une membrane continue; on isole la solution incolore par un simple tamisage; les cellules sont ensuite séparées de la cuticule par des lévigations soigneusement répétées. Je présente à l'Académie ces trois parties nettement isolées sans la moindre altération dans leur texture.

» Le pectate d'ammoniaque peut être transformé par le chlorure de calcium qui forme un pectate de chaux gélatineux, ou par l'acide chlorhydrique qui met en liberté l'acide pectique sous forme de gelée incolore, diaphane; les cellules épurées offrent, comme je l'ai démontré, la composition et les propriétés de la cellulose : quant à la cuticule épidermique, je vais la soumettre à la nouvelle méthode d'épuration qui m'a si bien réussi pour l'épiderme des tubercules, et je ferai connaître le résultat, quel qu'il soit, de ces tentatives.

» Mon intention est de soumettre aux mêmes épreuves décisives la cuticule des fibres ou cellules ligneuses dont j'avais indiqué, avant 1859, la présence, les formes et la résistance à l'acide sulfurique, plus grande que celle des cellules qu'elle enveloppe (*Précis de Chimie industrielle*, 4e édit., t. II, p. 13 et *fig.* 8, *Pl. XVIII*) (1), en même temps que je rappelais la nature complexe, la plus grande teneur en carbone et l'excès d'hydrogène des matières organiques incrustantes.

» On a vu précédemment, dans mon Mémoire sur la fabrication du papier avec la cellulose fibreuse du bois, ajoutée en proportion de 20 à 80 pour 100 aux pâtes de fibres textiles, qu'en traitant à la température de 100 degrés les tissus ligneux pendant douze heures par l'acide chlorhydrique usuel étendu de 10 parties d'eau, MM. Bachet et Machard étaient parvenus à transformer en glucose, puis par la fermentation en alcool, la cellulose spongieuse renfermant les matières incrustantes. On ménageait ainsi la cellulose périphérique plus résistante pour la formation des pâtes à papier, tandis que d'autres procédés, peut-être aussi économiques, per-

(1) Les observations récentes de MM. Fremy et Terreil sur ce point ajoutent une confirmation précieuse à mes anciennes observations.

mettent d'extraire dans de vastes exploitations manufacturières en France, en Amérique et en Allemagne, la cellulose fibreuse des bois de peuplier, des conifères, etc. (1).

» Je me propose de soumettre les tissus ligneux au même traitement, suivant la méthode nouvelle, en évitant tout emploi d'agents chimiques trop énergiques, tels que le chlore et l'acide azotique, en vue d'extraire la cellulose normale sans la moindre altération, avec sa structure, sa composition et ses propriétés, et d'essayer de répondre ainsi à quelques objections qui persistent encore, malgré les grandes démonstrations expérimentales précitées.

» En renonçant ainsi aux réactifs énergiques, mon but principal est d'extraire, outre plusieurs principes immédiats tels qu'ils existent dans les tissus, la cellulose inaltérée de divers organismes des végétaux où sa présence était encore contestée.

» Je suis heureux de voir que, malgré quelque altération variable et inévitable lorsqu'on fait usage du chlore, les proportions de cellulose que j'avais observées entre 40 et 60 centièmes dans les différents bois se rapprochent beaucoup ou se confondent même pour une des essences forestières avec les proportions trouvées par MM. Fremy et Terreil, qui, d'ailleurs, entrant dans une voie différente, nous ont indiqué déjà plusieurs faits intéressants. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée le 9 juin 1867, en Algérie, à Tadjera, près Sétif, province de Constantine; par* **M. Daubrée.**

« L'Académie sait déjà, grâce à la Note intéressante de M. le colonel Augeraud (2), que le dimanche 9 juin 1867, les habitants des environs de Sétif furent mis en émoi, vers $10^h 30^m$ du soir, par un phénomène extraordinaire. L'apparition dans le ciel d'un globe de feu très-brillant fut suivi de violentes détonations, et l'on recueillit auprès de Tadjera des masses, dont la chute coïncidait certainement avec l'arrivée du bolide.

» Une enquête à laquelle nous nous sommes empressé de procéder, nous permet de joindre des détails plus circonstanciés au récit qu'on a déjà lu. Les principaux nous sont fournis par M. Panisse, avocat à Sétif, auquel les indigènes apportèrent successivement à peu près tous les fragments des deux pierres recueillies.

---

(1) Ce Mémoire, inséré dans les *Annales du Conservatoire impérial des Arts et Métiers*, a été reproduit dans deux excellents recueils spéciaux : le *Journal des fabricants de papier* et le *Moniteur de la papeterie française*.

(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 240.

» Un de ces Arabes fit à M. Panisse le récit suivant : « Hier au soir, vers » 10 heures, nos tentes ont été subitement éclairées par une longue traînée » de feu descendant du ciel. Une forte détonation s'est fait entendre. Nous » avons vu cette traînée de feu sillonner le sol à plus d'un kilomètre. Cette » formidable détonation a effrayé tous nos troupeaux, qui ont pris la fuite » dans toutes les directions. Ce matin nous avons suivi le sillon, et à l'ex- » trémité, à plus de 30 centimètres de profondeur, nous avons trouvé une » pierre dont je t'apporte tout ce que j'ai pu avoir. »

» M. Panisse ne conserva pas pour lui les échantillons qu'il possédait. Il les remit à M. le colonel Augeraud, pour être transmis à M. le maréchal Gouverneur général de l'Algérie.

» D'après le récit des indigènes, la trajectoire aurait été fort peu inclinée à l'horizon, et le bolide n'aurait fait explosion qu'à peu de distance de la surface du sol; il aurait creusé dans la terre un sillon d'un kilomètre de longueur.

» La production d'un pareil sillon n'est pas mentionnée dans les récits de chutes analogues.

» M. Panisse a été lui-même examiner ce sillon, et les parois lui ont semblé « presque entièrement calcinées. » Il aurait été bien intéressant d'examiner le sol, le long de ces parois et d'en recueillir des échantillons.

» La lumière du bolide a été vue à Constantine, qui est située à plus de 120 kilomètres du point de chute, ainsi que l'a constaté M. le Dr Louis Coste, professeur d'histoire naturelle au lycée franco-arabe de Constantine, avant d'avoir connaissance de l'arrivée simultanée de pierres.

» Quant à la détonation, elle a été entendue à 35 kilomètres à la ronde. « Les habitants des Eulmas, au nord-est, et ceux d'Aïn-Taguerouth, au sud- » ouest, dit en effet M. Panisse, les uns et les autres à une distance d'au » moins 35 kilomètres de l'endroit où les aérolithes ont été trouvés, m'ont » dit l'avoir entendue. »

» Suivant le récit de M. Musculus, pharmacien militaire, on aurait distingué deux détonations. On a vu dans le Rapport de M. le colonel Augeraud que des témoins assurent en avoir entendu trois.

» C'est, comme on l'a vu, le lendemain du jour de la chute que l'on recueillit les deux météorites.

» D'après M. Mœvus, ingénieur en chef des mines à Constantine, l'une des masses pesait $5^{kil},760$ et l'autre $1^{kil},700$.

» La première, c'est-à-dire la plus volumineuse, est arrivée à très-peu près complète dans la galerie du Muséum. C'est elle que l'Académie des Sciences a reçue de M. le maréchal duc de Magenta, Gouverneur général de

l'Algérie, qui s'est empressé de la mettre à sa disposition, et qu'elle a généreusement offerte à la collection du Muséum.

» La seconde a été brisée et les morceaux, séparés entre diverses mains, se trouvent aujourd'hui réunis pour la plupart au Muséum par la générosité des personnes qui les possédaient, et auxquelles je me fais un plaisir d'adresser mes vifs remercîments, au nom du Muséum.

» M. Mœvus a bien voulu offrir un échantillon de 777 grammes et des fragments plus petits pesant ensemble 152 grammes. M. Panisse, qui avait conservé deux échantillons, l'un de 620 grammes, l'autre de 350, nous les a également offerts avec la plus grande obligeance.

» L'échantillon principal, celui de 5^{kil},760, qui a presque entièrement conservé la surface qu'il avait au moment de la chute, présente une forme fragmentaire à arêtes émoussées, de même que dans le plus grand nombre des cas. Il a grossièrement la forme d'une pyramide à quatre faces, dont les angles à la base seraient tronqués. Quant à cette base, au lieu d'être plane, elle est creuse; son périmètre est de 42 centimètres, sa plus grande dimension de 14 centimètres. La pyramide elle-même a 16 centimètres de hauteur.

» Les échantillons de 620 grammes et de 350 grammes présentent aussi des formes fragmentaires à angles fortement émoussés. Ils ont conservé une partie de la surface et des angles de la masse dont ils ont été détachés. Il en est de même du morceau de 777 grammes.

» La météorite de Sétif se distingue de la plupart des météorites par la teinte noire que présente assez uniformément sa cassure. Cependant de rares parties grises et lithoïdes y sont disséminées.

» Dans la pâte noire et mate, on remarque des grains à éclat métallique, de deux espèces.

» Les uns, jaune de bronze, consistent en sulfure ou troïlite. Ils sont remarquablement nombreux, la plupart très-petits, et imprègnent toute la masse. Cependant quelques-uns sont beaucoup plus volumineux, présentent des dimensions de 4 à 5 millimètres, et l'un même de 18 millimètres. Quoique durs, ils s'égrènent assez facilement sous la pression d'une pointe d'acier.

» Les autres grains, à éclat métallique, se distinguent des premiers, d'abord parce qu'ils sont gris d'acier; en outre, au lieu d'être cassants comme les premiers, ils sont tenaces et ductiles; enfin, ils sont de forme tout à fait tuberculeuse. Beaucoup ont 2 à 3 millimètres, et quelques-uns atteignent 8 millimètres; ils sont répartis d'une manière très-variable; dans quelques parties ils sont très-rapprochés, et on peut en constater trois ou quatre dans 1 centimètre carré. Ils consistent en fer nickelé. La cassure

ne les montre qu'à un œil très-attentif, tandis qu'ils apparaissent nettement sur une surface polie. Dans cette même circonstance, au contraire, le sulfure, tout à l'heure si net, s'efface en quelque sorte.

» La masse pierreuse noire dans laquelle ces grains métalliques sont disséminés, et qui forme la plus grande partie de la masse, est très-dure; elle ne se raye pas à la pointe d'acier; elle raye le verre fortement et avec la plus grande facilité. Cette roche météorique est également d'une ténacité supérieure à celle de la plupart des météorites.

» En examinant une tranche assez mince pour être transparente, on est surpris de rencontrer, au lieu de la teinte noire et uniforme de la cassure, beaucoup de parties transparentes et incolores, qui se sont isolées. Elles occupent même souvent plus de moitié de la superficie totale. Ces grains incolores sont entièrement à l'état cristallin et agissent sur la lumière polarisée. Beaucoup d'entre eux présentent des contours hexagonaux dont la disposition rappelle la section de certains prismes rhombes, à arêtes tronquées, tels qu'en présentent souvent le péridot et le pyroxène. Certains de ces cristaux sont fendillés irrégulièrement, à la manière de ceux des trachytes. D'autres présentent des stries parallèles, semblables à celles qui ont été citées ailleurs (1) et qui sont dues, soit à des plans de clivage, soit à l'existence de faisceaux parallèles d'aiguilles d'enstatite.

» La pâte noire colorée dans laquelle sont disséminés les grains incolores, de manière à rappeler la structure porphyroïde, n'est pas homogène, ainsi qu'on peut le constater par l'examen dans la lumière réfléchie. On y distingue aussi les nombreux grains ou grumeaux, qui consistent en fer nickelé.

» Quant à leur surface externe, les pierres de Sétif se distinguent des autres masses de même origine par l'absence de la croûte vitreuse ou *vernis* qui recouvre généralement les météorites.

» D'un autre côté, cette surface externe diffère des parties intérieures que montre la cassure, parce qu'elle est unie et polie, comme par l'effet d'un frottement qui aurait laissé en saillie les nombreux grains de fer nickelé. Aussi cette surface, à part les saillies, est-elle douce au toucher, au lieu d'être rude comme la cassure fraîche (2).

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXII, 1866, p. 374.

(2) On peut ajouter qu'une partie de la surface présente un enduit blanc, jaunâtre, effervescent, qui paraît résulter du frottement contre une roche calcaire. Sur d'autres parties, l'enduit est rougeâtre et de nature argileuse.

Si, comme on l'annonce, la météorite a tracé elle-même sur le sol un sillon de 1 kilomètre de longueur, elle n'a pu le faire sans frotter les parois, en tournant sur elle-même, et par conséquent, elle aurait pu perdre aussi le vernis qu'elle aurait eu primitivement. Toutefois

» A quelle circonstance particulière peut-on attribuer cette absence de croûte?

» Elle coïncide avec un degré de fusibilité moindre que celui des météorites du type commun.

» Toutefois, la météorite qui nous occupe n'est pas infusible, ainsi qu'on peut le reconnaître au chalumeau, et que l'apprend mieux encore l'essai dont il sera question plus loin. Elle présente donc un intérêt spécial en nous apportant, peut-être pour la première fois, une limite supérieure de la température à laquelle correspond la production de la croûte, et qui paraît se produire lors de la vive incandescence qui accompagne l'arrivée des masses météoriques dans notre atmosphère. Sans examiner si, lors des diverses chutes, cette température ne varie pas, ce qui est au moins probable, on reconnaît en tout cas qu'elle n'a pas été assez élevée, lors de la chute de Sétif, pour fondre la surface.

» D'une part, la météorite de Sétif résiste dans les conditions où se fondent le feldspath orthose et le pyroxène augite; d'autre part, elle est parfaitement fusible à la température des essais de fer.

» C'est à cette température, en effet, que la météorite a été soumise à l'École des Mines, dans le laboratoire d'essais. Elle était placée dans un creuset brasqué de charbon, contenu lui-même dans un autre creuset brasqué. On a ainsi obtenu une masse lithoïde qui s'était moulée sur la brasque, à la manière d'une substance parfaitement fondue, et qui renfermait de nombreuses grenailles métalliques et à surface drusique. Ces grenailles ne consistent pas seulement en fer; il en est un certain nombre qui sont jaunes, cassantes, et formées de sulfure de fer.

» A la surface de la partie lithoïde obtenue par fusion, on peut observer de nombreuses aiguilles incolores, qui, examinées au microscope, ont montré des angles très-nets, voisins de 87 degrés, comme ceux qui correspondent au clivage de l'enstatite; la cassure elle-même montre de longues aiguilles grises et nacrées, rappelant également tout à fait l'enstatite, et particulièrement celle qui se montre après la fusion de la météorite tombée à Bishopville, États-Unis d'Amérique, le 25 mars 1843. En outre, on y distingue des cristaux rectangulaires qui ont l'aspect du péridot. La masse paraît donc consister, comme dans les produits de fusion d'autres météorites (1), en un mélange de cristaux, présentant les formes de ces deux espèces minérales.

---

cette circonstance, à part d'autres considérations, n'expliquerait pas l'absence de croûte dans les parties creuses, et particulièrement à la base de la plus grosse météorite.

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 202.

» Cette expérience a montré aussi que la météorite de Sétif perd par sa fusion sa matière colorante noire, ce qui peut provenir non pas d'une volatilisation, ni seulement d'une réduction, mais de ce que le sulfure disséminé auquel cette coloration paraît due, comme on va le voir, se réunit en globules.

» On a pu remarquer à cette occasion que pour réussir la cristallisation des produits de fusion des météorites, il faut des précautions particulières, et avant tout, une température très-élevée et un refroidissement très-lent; car un premier essai fait au chalumeau à gaz n'avait donné qu'une masse vitreuse, très-boursouflée par des bulles.

» La densité de la météorite de Sétif que M. Mœvus avait trouvée de 3,54, à 11 degrés, a été trouvée par M. Stanislas Meunier, sur un autre échantillon, de 3,595, à la température de 10 degrés. Elle se rapproche de celles des météorites les plus communes, et notamment de : Agen (Lot-et-Garonne), 1814; Seres (Macédoine), 1818; Utrecht (Hollande), 1843; Montrejeau (Haute-Garonne), 1858; etc.

» La météorite de Sétif, dont un premier essai chïmique avait été fait à Constantine par M. Mœvus, a été analysée au laboratoire de Géologie du Muséum par M. S. Meunier, qui a obtenu les résultats suivants.

» Réduite en poudre, elle abandonne au barreau aimanté 8,32 pour 100 de substance magnétique, consistant exclusivement en fer nickelé renfermant 8,4 pour 100 de nickel.

» Traitée par l'acide chlorhydrique, elle est partiellement attaquée et dégage beaucoup d'hydrogène sulfuré. La partie attaquable représente 71,20 pour 100 du poids total, et la partie inattaquable, par conséquent, 28,80 pour 100.

» Voici séparément l'analyse de ces deux parties :

Partie attaquable.		Oxygène.	
Silice	24,70		13,17
Magnésie	23,36	9,12	10,48
Protoxyde de fer	6,10	1,36	
Soude	traces		
Alumine	0,44		
Sulfure de fer	8,04		
Fer nikelifère	8,32		
	70,96		

Partie inattaquable.		Oxygène.	
Silice	14,50		7,73
Magnésie	2,32	0,90	3,44
Protoxyde de fer	8,08	1,79	
Chaux	2,66	1,79	
Soude	traces		
Potasse	traces		
Alumine	1,20		
Sesquioxyde de chrome	0,12		
	28,88		

» La partie attaquable renferme, comme on le voit, un peu plus de silice que n'en exige la formule du péridot. L'idée qui se présente naturellement

serait d'attribuer cet excès à la présence d'un silicate plus riche en acide silicique, et partiellement attaquable. Toutefois la faible quantité d'alumine n'autorise pas à admettre l'existence d'un feldspath, en quantité notable.

» La composition minéralogique de la pierre de Sétif peut donc être exprimée comme il suit :

Silicate attaquable	50,46
Silicate inattaquable	33,08
Fer chromé	0,20
Sulfure de fer (troïlite)	8,04
Fer nickelé	8,32
	100,00

» Le sulfure de fer, dont la proportion est, comme on voit, considérable, paraît être la cause de la nuance remarquablement foncée de cette pierre.

» Ainsi qu'on pouvait le prévoir, la proportion relative de silicate inattaquable augmente à la suite de la fusion. Au lieu du nombre 28,80, on a trouvé après la fusion 59,01. Par la réduction, une partie du péridot passe donc à l'état d'un silicate plus acide, qui paraît être de l'enstatite.

» Ajoutons que dans le même essai l'azoto-carbure de titane s'est décelé par sa couleur rouge de cuivre. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des vaisseaux propres et du tannin dans les Musacées* (seconde partie); *par* **M. A. Trécul.**

« Dans la dernière séance, j'ai décrit les vaisseaux propres tannifères qui existent au pourtour des faisceaux fibro-vasculaires du fruit, de la tige ou pédoncule commun et des feuilles des *Musa*, où ils sont composés de séries continues de cellules superposées. Une partie de ma communication concernant la distribution des laticifères dans la lame de ces feuilles n'ayant pu, faute d'espace, trouver place dans le dernier *Compte rendu*, je la joins ici à ce que j'ai à dire des organes qui renferment le tannin dans quelques autres plantes de la même famille.

» Toutes les Musacées que j'ai pu étudier ont une structure assez semblable ; malgré cela, plusieurs d'entre elles offrent des différences considérables sous le rapport des vaisseaux propres. Examinons d'abord ceux de l'*Urania guyanensis* et du *Strelitzia reginæ*.

» Ces deux plantes ont des faisceaux fibro-vasculaires constitués à peu près comme ceux des *Musa*. Vers la surface du pétiole il y a, épars sous l'épi-

derme, à son contact dans l'*Urania guyanensis*, à la distance d'une ou deux cellules de cet épiderme dans le *Strelitzia*, des petits faisceaux de fibres épaissies, dont la paroi est munie de pores très-ténus, au moins dans le *Strelitzia*. Ces fascicules fibreux sont dépourvus de vaisseaux comme ceux des *Musa*. D'autres faisceaux plus forts, purement fibreux aussi, sont placés à la distance de 5 à 7 cellules de l'épiderme dans le *Strelitzia*. Tous les autres faisceaux sont munis de vaisseaux, et le diamètre des faisceaux internes est plus grand que celui des externes. Leur système vasculaire s'accroît aussi graduellement jusqu'à un certain degré, ainsi que le diamètre de leur vaisseau principal. Ces faisceaux, comme ceux des *Musa*, présentent sur la coupe transversale une sorte d'étranglement ou col, entre leur groupe vasculaire et leur groupe cribro-libérien. Ce dernier groupe, dans une feuille âgée de l'*Urania guyanensis*, me paraît se distinguer de celui des *Musa*, en ce que les fibres épaissies, à la manière du liber, occupent en grande partie la place du tissu dit cribreux, qui se dessine beaucoup mieux chez les *Musa*. D'un autre côté, les faisceaux fibro-vasculaires, voisins de la face interne de la gaîne de la feuille du *Strelitzia*, possèdent sur leur côté vasculaire antilibérien un groupe fibreux qui étend considérablement le faisceau suivant le rayon du pétiole.

» Ceci étant établi, voyons maintenant si nous trouverons, autour de ces faisceaux, des laticifères semblables à ceux qui accompagnent le système fibro-vasculaire des *Musa*. Quand on fait des coupes transversales du pétiole d'une des deux plantes nommées, qui ont macéré dans une solution de sulfate de fer, on observe, surtout après l'exposition des coupes ou des tronçons du pétiole à l'air, des cellules à tannin à peu près dans les mêmes positions que celles qu'occupent les laticifères des *Musa*. Ainsi, dans un pétiole de feuille de *Strelitzia reginæ*, traité comme je l'ai dit, on pourra trouver : une cellule à tannin au dos du liber, une de chaque côté du groupe cribro-libérien, une sur un des côtés du col ou rétrécissement situé entre ce groupe et le groupe fibro-vasculaire, une de chaque côté de ce dernier groupe, et une, rarement deux, derrière le croissant fibreux qui limite le faisceau sur son côté interne ou vasculaire. Tel est l'état le plus parfait que j'aie observé. Pour que la symétrie fût complète dans cette distribution des cellules à tannin autour des faisceaux, il n'en manquait qu'une sur l'un des côtés du col correspondant à la ligne de contact du groupe cribro-libérien et du groupe vasculaire proprement dit.

» Il en est de même autour des faisceaux du pétiole de l'*Urania guyanensis* ; mais, comme je l'ai fait remarquer pour les *Musa*, les vaisseaux à

tannin n'existent pas toujours dans toutes ces positions à la fois, et il arrive souvent qu'il en manque à plusieurs des points désignés. Telle est la répartition des cellules tannifères près des plus gros faisceaux. Il en existe aussi, il est à peine nécessaire de le dire, au voisinage ou au contact des plus petits faisceaux périphériques, près desquels on en pourra trouver une de chaque côté, quelquefois deux, et une ou deux autres à quelque autre place de leur surface.

» De même aussi que chez les *Musa*, le parenchyme interposé aux faisceaux enserre des cellules tannifères éparses, le plus souvent isolées, quelquefois plus petites que les cellules ordinaires de ce parenchyme.

» Il semble donc, d'après cela, qu'il y ait parité complète sous ce rapport entre les *Musa* d'une part, l'*Urania guyanensis* et le *Strelitzia reginæ* d'autre part, et c'est là sans doute ce qui a engagé Meyen à penser qu'il existe dans le *Strelitzia* un système de laticifères continu comme celui qu'il admettait dans les *Musa* et dans toutes les plantes lactescentes. Il n'en est pourtant point ainsi ; car lorsque l'on fait des coupes longitudinales du pétiole du *Strelitzia* et de l'*Urania* désignés, macérés dans la solution ferrugineuse, on est tout surpris de n'apercevoir, à la place des laticifères continus, composés de cellules superposées, que des utricules isolées et courtes, semblables à celles du parenchyme environnant, lesquelles, il est vrai, sont assez souvent dans la même rangée verticale de cellules chez l'*Urania guyanensis*, mais qui, chez le *Strelitzia reginæ*, ne sont fréquemment pas toutes dans une telle rangée verticale de cellules parenchymateuses, en sorte que, dans ce dernier cas, l'on n'a pas même la ressource de pouvoir croire qu'une série donnée de cellules représente un laticifère, dont seulement quelques-uns des éléments contiendraient du tannin, tandis que les autres en seraient privés, comme j'ai vu ce principe immédiat manquer quelquefois dans des laticifères très-étendus dans le *Musa zebrina*, ainsi que je l'ai dit dans la première partie de ce travail (p. 468 de ce volume).

» Il va de soi qu'outre les cellules à tannin qui accompagnent les faisceaux, il y en a d'autres qui sont éparses dans le parenchyme. Elles sont surtout assez nombreuses dans le parenchyme vert périphérique du pétiole du *Strelitzia reginæ*.

» Les cellules tannifères du pétiole d'une feuille encore jeune de ce *Strelitzia* m'ont offert une particularité remarquable. C'est que certaines cellules contenaient, après la macération, des globules verts ou d'un beau jaune, tandis que chez d'autres cellules semblables les globules avaient été colorés en bleu violacé avec plus ou moins d'intensité. Ces globules avaient de

$0^{mm},005$ à $0^{mm},015$ de diamètre. Ils semblaient tout à fait liquides, et plusieurs paraissaient être unis deux à deux ou en plus grand nombre, de manière à former de petites masses irrégulières. Ce liquide rappelait celui qui est jaune chloré dans beaucoup de cellules de la moelle des jeunes rameaux de quantité de *Rosacées*, etc. (*Comptes rendus*, t. LX, p. 1039). Ce liquide jaune n'est pas une solution de tannin, mais en lui se forme de l'acide tannique vrai.

» En outre des cellules spéciales principalement destinées à contenir le tannin, on s'aperçoit quelquefois que la membrane des autres cellules parenchymateuses en est imprégnée en petite quantité, ce que l'on reconnaît après la macération et l'exposition à l'air dans une vieille feuille de *Strelitzia*. Il en est de même de la membrane des cellules du tissu cribreux, ainsi que du contenu de ces cellules, qui se colore souvent jusqu'au noir. Les fibres du liber d'une telle feuille méritent aussi d'être mentionnées. Par l'exposition des coupes à l'air, après la macération, les fibres de groupe libérien proprement dit et les fibres situées au côté interne ou vasculaire des faisceaux, quelquefois les cellules allongées qui environnent les vaisseaux, prennent une belle teinte bleu-violet, excepté pourtant les deux ou trois rangées les plus internes des fibres du liber, c'est-à-dire les plus rapprochées du groupe cribreux, qui se ne coloraient pas du tout, ou bleuissaient seulement les dernières.

» Dans l'*Urania guyanensis* et dans le *Strelitzia reginæ*, les cloisons placées çà et là à travers les lacunes qui parcourent longitudinalement le pétiole possèdent aussi de petites cellules tannifères arrondies, ovoïdes ou un peu triangulaires à angles mousses, entre leurs cellules étoilées constituantes, comme dans les *Musa*. Dans le *Strelitzia reginæ*, je n'ai pas trouvé toutes ces cloisons formées de cellules étoilées à six à huit branches ; vers la région supérieure du pétiole, les cloisons étaient composées de cellules polyédriques, auxquelles étaient mêlées de plus petites cellules à tannin, dont les angles étaient occupés par de larges pores ou méats qui, à la jonction de trois cellules, faisaient communiquer entre elles les lacunes placées au-dessus et au-dessous de chaque cloison.

» Il me reste maintenant à examiner la distribution des cellules à tannin dans la lame des feuilles. Étudions d'abord celles des *Musa*.

» Dans le *Musa sinensis* la lame de la feuille présente la structure suivante sur une coupe transversale : Sur chaque face est un épiderme composé de deux couches de cellules, une externe formée de cellules très-étroites ; une interne formée de cellules beaucoup plus grandes. Sous l'épiderme supérieur

est une strate très verte, épaisse et dense, composée de deux ou trois rangées de cellules oblongues perpendiculaires à l'épiderme ; sous l'épiderme inférieur est une strate fort mince de deux ou trois rangées de petites cellules riches en chlorophylle comme celles de la strate supérieure. Entre ces deux strates vertes est un tissu lacuneux, formé de cellules plus grandes et à grains verts beaucoup plus rares.

» Le parenchyme ainsi constitué est traversé par des nervures de puissance diverse, et dont les plus faibles sont extrêmement étroites ; mais toutes, quelque minces qu'elles soient, s'étendent d'un épiderme à l'autre. Là, sous chaque épiderme, elles sont limitées par un groupe de cellules libériennes à parois épaisses, proportionné à la dimension de la nervure ; et ce groupe libérien est souvent plus fort sous l'épiderme supérieur que sous l'inférieur. Entre ces deux groupes de cellules fibreuses sont les autres éléments du faisceau, qui, s'il est très-ténu, peut ne contenir qu'un seul vaisseau spiral grêle, situé au-dessus de la région moyenne de la nervure. Si celle-ci est plus forte, elle peut avoir deux ou plusieurs vaisseaux, dont l'un est beaucoup plus large que les autres, comme dans les faisceaux du pétiole, de la tige et du fruit. Ces nervures sont, de plus, limitées latéralement par des cellules dont la largeur va en diminuant, de la région moyenne du faisceau constituant vers les deux groupes libériens supérieur et inférieur.

» Toute nervure autre que la grosse nervure médiane, dont la structure correspond à celle du pétiole, quel que soit son volume, possède deux paires de vaisseaux propres tannifères. L'une est placée vers la face interne de la strate de parenchyme vert et dense du côté supérieur de la lame ; l'autre paire est vers la face interne de la strate mince du tissu vert qui recouvre l'épiderme inférieur. Par conséquent, il y a de chaque côté du faisceau, en haut et en bas, un vaisseau propre.

» Cette disposition est d'autant plus remarquable que dans les nervures secondaires des Aroïdées, qui ont des vaisseaux propres semblables, il n'existe de ces derniers qu'auprès du liber inférieur de ces nervures, qui possèdent aussi quelquefois du liber sur le côté supérieur (*Homalonema Richardia*, etc.).

» Comme dans ces Aroïdées, les lacitifères des Musa sont composés de cellules oblongues, placées bout à bout, dont la longueur variait dans une même série à peu près comme il suit : $0^{mm},33$, $0^{mm},40$, $0^{mm},42$, $0^{mm},25$, $0^{mm},30$, $0^{mm},45$, et dont la largeur était de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$.

» De même que la lame des feuilles du *Musa sinensis*, celle des *Musa paradisiaca*, *vittata*, *dacca*, *coccinea* et *Ensete*, m'a présenté des nervures qui

s'étendent d'un épiderme à l'autre à travers le parenchyme. Le *Musa zebrina* seul m'a offert une exception bien digne d'intérêt dans ce genre si homogène, que certains botanistes n'y voient que des variétés ou plutôt des races d'une même espèce.

» Le faisceau des plus grosses nervures secondaires seulement s'étend de l'épiderme supérieur de la lame à l'épiderme inférieur, et il a la même structure que dans les plantes nommées plus haut. Au contraire, les plus petites nervures ne s'étendent point jusqu'aux deux épidermes. Vers la face supérieure de la feuille elles ne vont qu'un peu au-dessus de la face interne de la strate verte et dense supérieure. Vers la face inférieure de la feuille, elles sont séparées de l'épiderme par une couche verte très-mince, ce qui a lieu aussi dans cette même plante pour beaucoup de nervures ou faisceaux qui atteignent jusqu'à l'épiderme supérieur.

» Près de ces plus petites nervures, comme auprès des plus grandes, il y a deux couples de vaisseaux propres : une couple en bas, c'est-à-dire un laticifère de chaque côté du liber inférieur; une couple en haut, vis-à-vis la région vasculaire de la nervure.

» Cette différence dans la structure de la feuille (qui probablement ne sera pas la seule, quand on aura pu étudier ces plantes avec un soin suffisant), jointe aux caractères morphologiques, paraît avoir une importance considérable. Elle tend à faire douter que tous les *Musa* de l'Asie et des îles voisines doivent être considérés comme de simples variétés d'une seule espèce, d'autant plus que le *Musa zebrina* donne à l'état spontané des graines fertiles, puisque, en effet, cette belle plante fut obtenue, dans les serres de M. Van Houtte, de graines venues dans des touffes d'Orchidées envoyées de Java par M. Ad. Papeleu.

» On voit par ce qui précède que chez les *Musa* les cellules à tannin forment des laticifères continus, qui accompagnent les nervures ou faisceaux de la lame comme dans les autres parties de la plante. Il n'en est pas de même dans la lame des feuilles de l'*Urania guyanensis* et du *Strelitzia reginæ*. On n'y trouve que des cellules isolées, éparses, comme elles le sont dans le pétiole de ces deux plantes.

» Ainsi, dans la lame de l'*Urania* nommé, la plupart des cellules à tannin, globuleuses ou ovoïdes, vues sur la coupe transversale, sont répandues à la même hauteur vers la face inférieure de la couche verte et dense supérieure, composée de cellules oblongues perpendiculaires à l'épiderme. Pourtant on en trouve aussi quelques-unes dans cette même couche supérieure, où elles sont de même forme que les cellules qui la constituent. Il

y en a également d'éparses dans le parenchyme inférieur. Il en existe de même dans l'épiderme, et surtout dans la seconde couche des cellules épidermiques, où celles qui entourent les cavités aériennes placées au-dessous des stomates deviennent bleu-noir. Enfin, les cellules fibreuses des nervures, principalement celles des petites qui unissent transversalement les autres, peuvent aussi se colorer en noir par la solution ferrugineuse.

» La structure de la lame du *Strelitzia reginæ* mérite, pour son épiderme supérieur, quelques lignes de description spéciale. Comme la feuille des *Musa*, elle a une forte nervure médiane, de chaque côté de laquelle sont des nervures pennées, parallèles, rapprochées, à peine sensibles à l'extérieur. L'épiderme inférieur est composé de deux rangées de cellules, dont l'interne a les cellules notablement plus grandes que celles de l'externe. L'épiderme supérieur a un tout autre aspect. Il est formé d'environ six rangées de cellules. Les deux rangées les plus externes sont semblables à celles de l'épiderme inférieur; les quatre autres rangées sont constituées par des cellules beaucoup plus grandes. Cet épiderme supérieur occupe à peu près la moitié de l'épaisseur de la lame, et le tissu vert seulement l'autre moitié. En travers de ce tissu vert sont les nervures secondaires, qui forment chacune un faisceau étroit un peu renflé dans la partie correspondante aux vaisseaux, et limité en haut et en bas par un groupe libérien. Dans la plupart des nervures, le liber supérieur ne dépasse pas la limite du tissu vert, mais dans les plus fortes que j'aie observées il s'étend jusque vers la moitié de l'épaisseur du large tissu épidermique supérieur. J'ai dit qu'il n'existe pas de vaisseaux propres continus dans cette lame. On y rencontre seulement, après la macération et l'exposition à l'air, des cellules à tannin assez nombreuses, répandues dans le parenchyme vert, ainsi que je l'ai annoncé plus haut.

» Je n'ai que quelques mots à ajouter pour les *Heliconia speciosa* et *Bihai*, et pour le *Ravenala madagascariensis*. Je n'ai pas découvert de vaisseaux propres dans les deux premières plantes, qui ne m'ont fait voir du tannin que dans quelques cellules du tissu cribreux. Quant au *Ravenala madagascariensis*, jeune ou vieux, il ne m'a montré, même après 28 jours de macération (du 20 février au 14 mars) (1), aucune cellule à contenu bleui par le

---

(1) Je dis « *après vingt-huit jours de macération* », parce qu'une macération prolongée, agissant par le gaz contenu dans l'eau, équivaut jusqu'à un certain degré à une exposition à l'air, tant que la putréfaction ne se manifeste pas. C'est que dans les Musacées, de même que dans les Rosacées, etc. (voir *Comptes rendus*, t. LX, p. 1038 et 1039), la matière tan-

sel de fer. Des cellules des bords de la gaîne et de la face interne de celle-ci semblaient seules noircies à l'œil nu, mais cette teinte était due à leur contenu, qui apparaissait d'un brun fauve sous le microscope. Néanmoins, la membrane de quelques-unes de ces utricules commençait à se teinter en bleu.

» Le même *Ravenala madagascariensis* a été étudié par M. Schultz, sous le nom *d'Urania speciosa*. Mes observations sur cette plante ne s'accordent pas avec celles de ce savant, qui attribue à ce végétal des laticifères continus, qu'il décrit et représente (*Sav. étrang.*, t. VII, p. 10, *Pl. VI*, *fig.* 2) à l'état d'articulation, c'est-à-dire formés d'articles (cellules) allongés; comme je n'en ai pu voir dans la plante qu'il nomme, ni dans *l'Urania guyanensis*, où il n'existe certainement pas de vaisseaux propres tannifères continus.

» La famille des Musacées présente donc, comme celle des Papavéracées, etc., mais à un moindre degré que celle-ci, des vaisseaux propres dont la constitution est variable. »

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *De l'influence de la forme du balancier compensateur des chronomètres sur l'isochronisme, indépendamment des variations de température; par* **M. Phillips**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Pour faire comprendre l'objet du présent travail, je suis obligé d'entrer dans quelques explications préliminaires que l'Académie voudra bien, je l'espère, excuser pour ce motif.

» Dans un Mémoire antérieur, relatif au spiral réglant des chronomètres, Mémoire inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*, t. XVIII, dans le tome V de

nante n'est pas au même état dans toutes les cellules qui la renferment. Dans certaines plantes, dans les *Musa* et dans l'*Urania guyanensis*, par exemple, elle bleuit presque tout de suite sous l'influence du sulfate de fer, on n'a besoin que d'une courte exposition à l'air; tandis que des coupes de *Strelitzia reginæ*, simplement placées dans la solution ferrugineuse, ne m'ont point donné la coloration bleue; il a toujours fallu, pour obtenir cette teinte, une macération plus ou moins prolongée, et souvent une exposition à l'air. Ces faits s'ajoutent à ceux que j'ai décrits en parlant des Rosacées, pour montrer que le passage du protoxyde de fer à l'état de protoxyde n'est pas la cause du retard de cette coloration, puisque celle-ci apparaît *immédiatement* dans un grand nombre de circonstances. (*Note de l'Auteur.*)

la 2[e] série du *Journal des Mathématiques pures et appliquées*, et dans les *Annales des Mines*, t. XIX, 1861, je me suis occupé de diverses questions qui intéressent la pratique, et notamment de la forme des courbes terminales du spiral au point de vue de l'isochronisme. Par la loi à laquelle je suis parvenu, et qui comprend une infinité de courbes, j'ai déterminé un certain nombre de types. Après avoir examiné l'influence des diverses causes de perturbation, telles que l'inertie du spiral, les frottements contre les pivots, et avoir démontré que ces influences étaient très-diminuées par la forme de ces courbes théoriques, j'avais indiqué comment, au moyen de quelques tâtonnements, on arriverait aux dernières limites d'isochronisme pratique en faisant disparaître les perturbations secondaires qu'il est impossible de faire entrer dans le calcul.

» Voici maintenant les résultats qu'une expérience continue de plusieurs années a fait connaître relativement à ces spiraux. Leur usage s'est répandu dans la pratique, et je citerai notamment deux de nos meilleurs constructeurs, M. Dumas, de Saint-Nicolas, et M. Leroy, de Paris, qui les emploient constamment. Outre les pièces fournies à l'industrie privée, nombre d'appareils construits par eux d'après ce système ont subi avec succès les épreuves officielles du concours au Dépôt de la Marine impériale, et ont été achetés pour le compte de l'État.

» Je citerai comme exemple exceptionnel de régularité de marche le chronomètre n° 291 de M. Leroy, qui, parti avec une marche diurne en retard de 0",6, est revenu récemment, après une campagne de plus de deux ans, avec la même marche diurne en retard de 0",6.

» La manière dont ces spiraux se comportent dans les épreuves relatives à l'isochronisme est la suivante. Ces épreuves se font habituellement dans des limites fort exagérées. Ainsi, l'on observe la marche en faisant décrire d'abord au balancier des arcs d'un tour et demi, soit 540 degrés environ; puis, en lui faisant décrire des arcs d'un demi-tour, soit environ 180 degrés, et l'on compare les résultats. La différence entre les amplitudes des oscillations du balancier, dans les deux cas, est de 360 degrés, c'est-à-dire énormément plus grande que celle qui a lieu dans la réalité au commencement et à la fin d'une campagne. Voici maintenant, dans ces épreuves très-exagérées, les résnltats que donnent les spiraux théoriques.

» Avec le calibre ordinaire du chronomètre de bord français, destiné à la détermination de la longitude en mer, il y a en moyenne une avance diurne de 10 à 12 secondes de petits arcs par rapport aux grands, et cela quel que soit le type des courbes théoriques. Avec le calibre plus petit du

chronomètre compteur, la marche est la même pour les grands et pour les petits arcs; l'isochronisme est complet tout d'abord. Dans ces circonstances, et pour le premier type, les constructeurs, tantôt conservent le spiral sans aucune modification, afin de lui laisser sans altération deux qualités auxquelles on tient essentiellement dans la pratique, et qui sont spéciales aux spiraux théoriques, savoir : l'absence de toute pression latérale et de tout frottement contre les pivots du balancier et le développement concentrique du spiral; tantôt ils modifient très-légèrement l'une des deux courbes terminales du spiral, de manière à resserrer l'isochronisme dans des limites un peu plus étroites, et en cherchant d'ailleurs, pour une raison justifiée et consacrée par la pratique, à conserver une légère avance des petits arcs par rapport aux grands. C'est ainsi qu'opèrent les deux habiles constructeurs dont j'ai cité les noms plus haut. J'ai eu notamment l'occasion, tout récemment, de vérifier, chez M. Leroy, une collection de chronomètres terminés et réglés, et prêts à être expédiés en Chine. Tous avaient leurs spiraux identiques avec un des types que j'ai donnés, celui de la *fig.* 17 de mon Mémoire. Chez quelques-uns seulement une des courbes terminales, celle qui, attachée au point fixe, n'a qu'un mouvement extrêment faible, avait reçu une légère modification.

» J'arrive maintenant à l'objet du travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. Si l'on réfléchit qu'avec le grand calibre, l'avance des petits arcs par rapport aux grands est toujours sensiblement la même, quel que soit le type des courbes terminales théoriques et quelle que soit la longueur du spiral, et que l'avance devient à très-peu près nulle avec le calibre du chronomètre compteur, entraînant des dimensions plus petites du balancier, on ne peut s'empêcher de penser que, dans les épreuves, l'avance des petits arcs sur les grands, qui a lieu avec le grand calibre, est due à une cause étrangère au spiral, et il semblait probable qu'elle était due au balancier. Or, par sa construction, le balancier présente, en effet, une cause qui tend à produire l'effet observé. Cette cause se reconnaît immédiatement par le raisonnement; elle se vérifie directement par l'expérience. J'ai pu calculer son influence sur la marche diurne, et j'ai retrouvé sensiblement, pour son effet, les résultats de l'observation pour l'avance des petits arcs sur les grands.

» Il faut tout d'abord remarquer que le balancier compensateur se compose essentiellement d'un anneau bimétallique porté sur une barrette diamétrale, cet anneau portant lui-même deux masses compensatrices. Mais cet anneau n'est pas continu. Il se compose ordinairement de deux seg-

ments, chacun d'un peu moins que la demi-circonférence, de sorte qu'une seule extrémité de chaque segment est liée invariablement à la barrette, l'autre extrémité étant libre. Il résulte de là que, dans les oscillations du balancier, les forces d'inertie des masses compensatrices, et principalement leurs forces centrifuges, font fléchir l'anneau bimétallique et font varier, en conséquence, le moment d'inertie du balancier. Il est à remarquer que la force centrifuge d'une de ces masses atteint, pour de grands arcs, la valeur de 10 à 12 grammes quand elle est à son maximum.

» On comprend d'après cela, que le moment d'inertie du balancier, variable d'ailleurs à chaque instant, doit augmenter plus pour de grands arcs d'oscillation que pour de petits arcs. Par suite, il doit en résulter du retard des premiers par rapport aux seconds. Une expérience, maintes fois répétée sur des appareils différents, a permis aussi de constater directement par l'observation, l'effet dont je parle. Que l'on place une petite feuille mince d'acier très-près des masses d'un balancier au repos, mais sans qu'il y ait contact : en faisant décrire au balancier de grands arcs, il y a rencontre à chaque oscillation, et chaque rencontre se manifeste par le bruit causé par le choc des masses contre la petite lame. Au bout d'un certain temps, les arcs diminuant constamment, il arrive un moment où le bruit, et, par suite, la rencontre cessent brusquement, le balancier continuant d'ailleurs toujours à osciller.

» J'ai calculé l'influence de cette perturbation sur la marche diurne, par deux méthodes, qui ont donné le même résultat. Dans la première, je n'ai tenu compte que de la force centrifuge des masses compensatrices, et j'ai déterminé la perturbation au moyen d'un certain développement en série convergente. Dans la seconde, j'ai tenu compte tout à la fois de la force d'inertie tangentielle et de la force centrifuge des masses. Ici la méthode précédente ne s'applique plus, parce que la série devient divergente. Mais j'ai pu employer avec succès le procédé dont j'ai fait usage dans mon Mémoire sur le réglage des chronomètres dans les positions verticales ou inclinées, inséré dans les *Annales des Mines*, t. IX, 1866, et lequel m'avait conduit à des résultats entièrement conformes à l'expérience. Ce procédé est fondé sur le principe de la variation des constantes arbitraires. En en faisant usage, on trouve que la force d'inertie tangentielle des masses compensatrices, laquelle influe sur la déformation du balancier, n'influe en aucune façon sur la perturbation cherchée, relative au temps de l'oscillation. Il reste seulement pour cette perturbation l'effet produit par la force centrifuge des masses, et l'on retombe par cette méthode sur la même valeur que par la première.

» Les considérations qui précèdent ont pénétré, dans ces derniers temps, dans la pratique, et déjà un constructeur habile et capable a combiné un système de balancier qui, tout en satisfaisant aux conditions de la compensation pour les températures, sera manifestement à l'abri de la cause de perturbation que j'ai signalée. Une question de brevet, qui intéresse ce constructeur, m'empêche de décrire ce balancier. Tout ce que je puis dire, c'est que, au point de vue de la compensation pour les températures, il a été déterminé d'après les formules posées par M. Yvon Villarceau, dans son important travail sur les chronomètres, formules qui, dans ces derniers temps, ont reçu de l'expérience une confirmation remarquable, au moyen des observations d'un habile constructeur, M. Rodanet. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le mouvement vibratoire d'une membrane de forme elliptique; par* **M. É. Mathieu.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Imaginons une membrane homogène, tendue également dans tous les sens, et dont le contour parfaitement fixé est une ellipse. Mon but, dans ce Mémoire, est de déterminer par l'analyse toutes les circonstances de son mouvement vibratoire; j'y calcule la forme et la position des lignes nodales et le son correspondant. Mais ces mouvements sont assujettis à certaines lois générales qui peuvent être définies sans le secours de l'analyse.

» Lorsque l'on met la membrane elliptique en vibration, il se produit deux systèmes de lignes nodales qui sont les unes des ellipses, les autres des hyperboles, et toutes ces courbes du second ordre ont les mêmes foyers que l'ellipse du contour.

» Tous ces mouvements vibratoires peuvent être partagés en deux genres qui exigent des formules distinctes. Dans l'un de ces genres, le grand axe reste fixe et forme une ligne nodale, et si l'on considère deux points symétriques par rapport au grand axe, leurs mouvements sont égaux et de sens contraire. Dans l'autre genre, au contraire, les extrémités du grand axe situées entre les foyers et les sommets forment des ventres de vibration, tandis que la partie située entre les deux foyers offre un minimum de vibration; de sorte que si l'on prend un point M sur la droite qui joint les foyers et un point très-voisin sur une perpendiculaire en M, l'amplitude de la vibration est

moindre pour le premier que pour le second point. Si l'on considère encore deux points quelconques de la membrane, symétriques par rapport au grand axe, leurs mouvements sont égaux et de même sens.

» Définissons ligne hyperbolique les deux branches d'une hyperbole terminées au grand axe qui possèdent la même asymptote, de manière qu'une hyperbole est comptée pour deux lignes hyperboliques; mais si l'un des axes de la membrane est immobile, il sera compté pour une seule ligne nodale hyperbolique. Les formules des mouvements des deux genres dépendent de deux constantes dont l'une est proportionnelle à la hauteur du son, et dont l'autre est un nombre entier g, qui représente le nombre des lignes nodales hyperboliques, et ces mouvements peuvent être groupés deux à deux d'une manière fort remarquable. En effet, à un nombre f de lignes nodales elliptiques et à un nombre g de lignes nodales hyperboliques correspond un état vibratoire de chaque genre. Or, quoique ces états vibratoires diffèrent à la fois par les deux systèmes de lignes nodales et par le son résultant, ils se confondent cependant dans la membrane circulaire pour donner comme lignes de nœud, f cercles concentriques et g diamètres qui les divisent en parties égales. On comprend d'après cela que si l'excentricité est très-petite, les sons de ces deux états vibratoires différeront très-peu.

» Il faut mettre à part le cas où il ne se produit pas de lignes nodales hyperboliques; car le mouvement ne peut plus être que du second genre, et il n'y a qu'un état vibratoire qui produise f ellipses nodales.

» Le mouvement vibratoire d'une membrane renfermée entre deux ellipses homofocales dont tous les points sont parfaitement fixés, est aussi soumis à des lois fort simples.

» Les lignes nodales sont encore des ellipses et des portions de branches d'hyperbole qui ont les mêmes foyers que les deux ellipses des contours. Et il y a encore deux genres de mouvement vibratoire : dans l'un les portions du grand axe renfermées entre les deux contours sont des nœuds, dans l'autre des ventres de vibration. Mais lorsqu'on étudie les états vibratoires des deux genres qui donnent pour nœuds f ellipses et g lignes hyperboliques, on trouve, si le nombre g est assez grand, et si l'ellipse n'est pas très-excentrique, que le son est à très-peu près le même, ainsi que la disposition des ellipses nodales. Or, les deux sons différant excessivement peu, on sait que dans l'expérience les deux états vibratoires se superposent, et dans le mouvement résultant la disposition des g lignes nodales hyperboliques peut varier d'une infinité de manières.

» On sait que M. Bourget a donné la théorie de la membrane circulaire et les résultats d'expériences propres à les vérifier dans un travail inséré parmi les *Mémoires des Savants étrangers*; il a trouvé des sons un peu plus élevés que ne l'indique le calcul. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le déplacement d'une figure de forme invariable; nouvelle méthode des normales; applications diverses.* Mémoire de **M. Mannheim**, présenté par M. Chasles. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Bonnet.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est divisé en deux chapitres.

» Au commencement du premier chapitre, je donne quelques propriétés géométriques du déplacement d'une figure de forme invariable. Je montre ensuite qu'il faut cinq conditions pour déterminer le déplacement d'une pareille figure, et qu'il suffit de considérer le cas où la figure est assujettie à avoir cinq points sur cinq surfaces données.

» Le déplacement de la figure mobile étant ainsi défini, j'expose une nouvelle méthode des normales aux lignes ou surfaces décrites.

» Dans le deuxième chapitre, qui est consacré aux applications, je considère successivement le déplacement d'une droite, d'un dièdre, d'un trièdre et enfin d'une surface assujettie à des conditions multiples. »

M. Chardon adresse un complément à la communication qu'il a soumise récemment au jugement de l'Académie, sur un nouveau système de locomotive.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Bagilet adresse une Note sur un instrument auquel il donne le nom de « trigonomètre ».

(Commissaires : MM. Babinet, Faye.)

M. Tremblay adresse l'indication de quelques dispositions nouvelles, indiquées par lui pour la solution de diverses questions de Mécanique appliquée.

(Renvoi à la Commission nommée pour les communications précédentes du même auteur.)

M. **Doquin de Saint-Preux** adresse un Mémoire « Sur le système nerveux, et notamment sur le cerveau et le cervelet ».

(Commissaires : MM. Coste, Cl. Bernard, Longet.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bresse** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Mécanique, par suite du décès de *M. Poncelet.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **le Recteur de l'Université de Lund** annonce que la solennité organisée pour célébrer l'anniversaire centenaire de la fondation de cette Université aura lieu au commencement de juin.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome XIX de la troisième série du « Recueil des Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires »;

2° Une brochure de *M. L. Gruner*, ayant pour titre : « De l'Acier et de sa fabrication »;

3° Un opuscule de *M. Boucher de Perthes*, intitulé : « De la Vapeur, du Combustible et de sa disette prochaine »;

4° Un volume de *M[me] V.-F. Plée*, intitulé : « Peinture géographique du monde moderne, suivant l'ordre où il a été reconnu et découvert ».

MÉCANIQUE. — *Théorème sur le tautochronisme des épicycloïdes quand on a égard au frottement.* Note de **M. J.-N. Haton de la Goupillière**, présentée par M. Combes.

« On connaît depuis Huyghens (*De Horologio oscillatorio*, P. II, prop. 25) le tautochronisme rigoureux de la cycloïde pour un point pesant. Newton étendit cette proposition (*Principes*, liv. II, prop. 26) au cas où l'on joindrait à la pesanteur la résistance d'un milieu en raison de la vitesse. Plus tard Necker montra (*Mémoires des Savants étrangers*, 1763, t. IV, p. 96) que la même propriété subsiste lorsqu'on a égard au frottement. Le tautochronisme a lieu alors par rapport au point où la tangente est inclinée sous l'angle de frottement. Enfin, Lagrange fit voir (*Académie de Berlin*, 1765) que les trois forces peuvent être réunies ensemble sans troubler l'isochro-

nisme. Le P. Jullien a montré depuis (*Problèmes de Mécanique*, t. I, p. 393) que cette combinaison constituait la solution la plus étendue renfermée dans la formule générale de Lagrange pour le tautochronisme (*) lorsqu'on envisage ensemble la pesanteur, le frottement et une résistance qui dépende de la vitesse d'une manière indéterminée.

» D'un autre côté, Newton avait déjà reconnu (*Principes*, liv. I, prop. 52) que l'épicycloïde possède elle-même la propriété du tautochronisme lorsque le mobile est sollicité par le centre du cercle fixe en raison de la distance. Mais, à ma connaissance, le parallèle en est resté là. J'ai cherché à le compléter, et je suis arrivé au théorème suivant :

» *L'épicycloïde est encore tautochrone pour des forces centrales attractives ou répulsives proportionnelles à la distance, lorsqu'on a égard au frottement. Le point d'isochronisme est alors celui dont le rayon vecteur fait avec la normale l'angle de frottement. Ce tautochronisme n'est pas troublé quand on introduit, en outre, une résistance proportionnelle à la vitesse.*

» Pour le démontrer, formons l'expression de la force tangentielle en représentant par kr l'action attractive ou répulsive suivant le signe de k, f le coefficient de frottement et $\varphi(v)$ la résistance que nous laisserons indéterminée jusqu'à nouvel ordre :

$$S = kr\cos\mu - \varphi(v) - f\left(\frac{v^2}{\rho} + kr\sin\mu\right),$$

μ désignant l'angle du rayon vecteur avec la courbe. Or on trouve, en prenant l'arc pour variable indépendante,

$$\cos\mu = \frac{dr}{ds},\quad \sin\mu = \sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}},$$

$$\rho = \frac{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}}{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2r}{ds^2}}.$$

La force tangentielle devient par là

$$(1)\qquad S = kr\frac{dr}{ds} - \varphi(v) - f\left(v^2\,\frac{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2r}{ds^2}}{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}} + kr\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}\right).$$

(*) Cette formule dont je parlerai plus loin a été présentée par son auteur comme renfermant tous les cas possibles de tautochronisme : c'était à tort, et M. Bertrand a montré (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1847, t. XII, p. 121) qu'elle est loin d'être aussi générale; mais elle n'en conserve pas moins un grand intérêt.

» La formule générale de Lagrange (*Mémoires de Berlin*, 1765) donne, pour la force tangentielle capable de tautochronisme,

$$(2) \qquad S = v\psi\left(\frac{v}{\xi}\right) - \frac{v^2}{\xi}\frac{d\xi}{ds},$$

ξ étant une fonction arbitraire de s et ψ une expression quelconque formée avec $\frac{v}{\xi}$. Pour avoir la solution la plus générale renfermée dans cette formule pour les hypothèses précédentes, il suffit de disposer de ces deux arbitraires et de la fonction r qui définit la courbe inconnue de manière à identifier ces deux expressions. Je suivrai pour cela une marche analogue à celle qui a été employée par M. Bertrand et depuis par le P. Jullien.

» L'expression (1) satisfait visiblement au caractère

$$\frac{d^4 S}{dv^3\, ds} = 0.$$

Imposons donc cette condition à la formule (2) : il vient ainsi

$$\frac{v^2}{\xi^2}\psi^{\text{IV}}\left(\frac{v}{\xi}\right) + 6\frac{v}{\xi}\psi'''\left(\frac{v}{\xi}\right) + 6\psi''\left(\frac{v}{\xi}\right) = 0.$$

Cette équation différentielle rentre, par rapport à l'inconnue ψ'', dans un type connu, et donne

$$\psi\left(\frac{v}{\xi}\right) = A\frac{\xi}{v} - B + \frac{C}{A}\frac{v}{\xi} + D\log\frac{v}{\xi},$$

ce qui impose à l'équation (2) la forme plus explicite

$$(3) \qquad S = A\xi - Bv + \frac{v^2}{\xi}\left(\frac{C}{A} - \frac{d\xi}{ds}\right) + Dv\log\frac{v}{\xi}.$$

» Nous pouvons maintenant identifier les expressions (1) et (3). En premier lieu, le terme $Dv\log\xi$ nous présente v au premier degré avec un coefficient qui contient s, ce qui n'existe pas dans la formule (1) et nous oblige à faire $D = 0$. La fonction (3) se trouve par là réduite à ses trois premiers termes, l'un indépendant de v, le second de s, le troisième les renfermant tous les deux. En envisageant dans l'expression (1) les trois parties correspondantes, nous sommes conduits aux équations

$$A\xi = kr\left(\frac{dr}{ds} - f\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}\right),$$

$$Bv = \varphi(v),$$

$$\frac{1}{\xi}\left(\frac{C}{A} - \frac{d\xi}{ds}\right) = f\,\frac{1 - \frac{dr^2}{ds^2} - r\frac{d^2r}{ds^2}}{r\sqrt{1 - \frac{dr^2}{ds^2}}}.$$

» La seconde montre que la seule résistance admissible est proportionnelle à la vitesse. La première fournit la valeur de ξ, et, en la reportant dans la troisième, nous obtenons l'équation différentielle de la trajectoire,

$$\frac{\dfrac{C}{k}-\dfrac{dr^2}{ds^2}-r\dfrac{d^2r}{ds^2}+\dfrac{f\dfrac{dr}{ds}}{\sqrt{1-\dfrac{dr^2}{ds^2}}}\left(1-\dfrac{dr^2}{ds^2}-r\dfrac{d^2r}{ds^2}\right)}{r\left(\dfrac{dr}{ds}-f\sqrt{1-\dfrac{dr^2}{ds^2}}\right)}=f\,\frac{1-\dfrac{dr^2}{ds^2}-r\dfrac{d^2r}{ds^2}}{r\sqrt{1-\dfrac{dr^2}{ds^2}}}.$$

Si l'on y effectue toutes les simplifications, il reste

$$\frac{dr^2}{ds^2}+r\frac{d^2r}{ds^2}=\frac{\dfrac{C}{k}+f^2}{1+f^2},$$

et cette forme que l'on pourrait facilement intégrer entre r et s, et même ensuite en coordonnées polaires entre r et θ, va nous suffire pour conclure.

» On voit, en effet, que le coefficient de résistance B a complétement disparu, et que l'existence ou la suppression du frottement f n'influencent que la valeur de la constante. Or, C est arbitraire, ce qui montre que *la tautochrone des forces centrales proportionnelles à la distance est la même avec ou sans frottement, comme avec ou sans résistance proportionnelle à la vitesse.*

» Cette courbe a d'ailleurs été déjà déterminée pour le cas où l'on n'a ni frottement ni résistance par M. Puiseux (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1844, t. IX, p. 415), qui a obtenu les résultats suivants : si la force est répulsive, la tautochrone est toujours une épicycloïde extérieure; si elle est attractive, la courbe peut, suivant les valeurs respectives du coefficient d'attraction et du temps d'isochronisme, être une épicycloïde intérieure ou une certaine spirale qui a la propriété d'être semblable à la développée de sa développée.

» Il reste à connaître l'extrémité commune des arcs isochrones. Or elle ne saurait se trouver que dans une position d'équilibre, puisqu'une oscillation infiniment petite doit exiger un temps fini pour se produire dans ses environs. *Ce sera donc, dans le cas actuel, au point où la force, c'est-à-dire le rayon vecteur, fait avec la normale l'angle de frottement.*

» Ajoutons que *si l'on considère le mouvement en sens contraire à partir de ce point en raison d'une vitesse initiale*, ce qu'il faut toujours faire à part dans les questions de frottement, *l'isochronisme aura encore lieu dans les mêmes*

conditions. Il suffirait, en effet, pour cela, de changer les signes de f et de B. Or celui-ci a disparu, et l'autre ne figure qu'au carré dans la dernière équation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation des sulfacides organiques.* Note de **M. A. Strecker**, présentée par M. Wurtz.

« Les sulfacides tels que les acides sulfacétique, iséthionique, méthionique, phénylsulfureux, donnent, comme on sait, de l'acide sulfureux lorsqu'on les chauffe avec la potasse, et peuvent être envisagés, en conséquence, comme dérivant des sulfites neutres par la substitution de la moitié du métal par un radical alcoolique ou acide. On pouvait donc espérer qu'on réussirait à former de tels acides par la réaction des chlorures de ces radicaux sur les sulfites.

» L'expérience a confirmé cette prévision. Je vais indiquer quelques-uns de ces modes de formation qui ont été réalisés dans mon laboratoire, soit par moi-même, soit par mes élèves.

» M. Collmann a obtenu du méthylsulfite de sodium (méthyldithionate) en chauffant de l'iodure de méthyle à 150 degrés avec une solution de sulfite de soude :

$$\underbrace{\text{C}H^3I}_{\text{Iodure de méthyle.}} + Na^2S\Theta^3 = \underbrace{\text{C}H^3SO^3Na}_{\text{Méthylsulfite de soude.}} + NaI.$$

» Dans les mêmes conditions, M. Bender a obtenu, avec le bromure d'éthylène et le sulfite de potasse, du disulféthylénate de soude (éthylène-disulfite) et du bromure de potassium :

$$\underbrace{\text{C}^2H^4Br^2}_{\text{Bromure d'éthylène.}} + 2K^2S\Theta^3 = \underbrace{\text{C}^2H^4(S\Theta^3K)^2}_{\text{Disulféthylénate de potasse.}} + 2KBr.$$

» M. Schæuffelen a préparé, au moyen de la trichlorhydrine et du sulfite de potasse, un nouvel acide qu'on peut désigner par le nom d'*acide trisulfoglycérilique :*

$$\underbrace{\text{C}^3H^5Cl^3}_{\text{Trichlorhydrine.}} + 3K^2S\Theta^3 = \underbrace{\text{C}^3H^5(S\Theta^3K)^3}_{\text{Trisulfoglycérilate de potasse.}} + 3KCl.$$

» Les acides chlorés se comportent d'une manière analogue ; l'acide monochloracétique se transforme, par l'ébullition avec une solution de sulfite

alcalin, en sulfacétate alcalin :

$$\underbrace{CH^2Cl\,CO^2K}_{\text{Acide monochloracétique.}} + K^2SO^3 = \underbrace{CH^2\left\{\begin{matrix}CO^2K\\ SO^3K\end{matrix}\right.}_{\text{Sulfacétate de potasse.}} + KCl.$$

» Le chlorhydrate d'oxyde d'éthylène fournit, dans les mêmes conditions, de l'acide iséthionique :

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^2OH\\ |\\ CH^2Cl\end{matrix}}_{\text{Chlorhydrate d'oxyde d'éthylène.}} + K^2SO^3 = \underbrace{\begin{matrix}CH^2OH\\ |\\ CH^2SO^3K\end{matrix}}_{\text{Iséthionate de potasse.}} + KCl.$$

» Je me dispense de signaler d'autres réactions, tout à fait analogues, qui ont déjà été étudiées dans mon laboratoire, et je me contente d'ajouter que tout le chlore, le brome et l'iode, directement lié au carbone, est d'ordinaire remplacé par une quantité équivalente du radical (SO^3K). Toutefois, il arrive assez souvent qu'une partie seulement est remplacée, tandis que le reste demeure inattaqué.

» En chauffant le chloroforme avec une solution de sulfite de potasse, j'ai obtenu le sel de potasse de l'acide sulfodichlorométhylique (acide dichlorométhyldithionique de M. Kolbe) :

$$CHCl^3 + K^2SO^3 = CHCl^2\,SO^3K + KCl.$$

» Les produits riches en chlore donnent de la sorte souvent des sulfacides chlorés.

» Les expériences précédentes donnent des notions claires sur la constitution de cette classe de corps, et montrent que les sulfacides renferment le résidu SO^3H lié directement au carbone par le soufre. Il est probable que les acides éthylsulfureux isomériques, avec les précédents, renferment le même groupe, mais lié au carbone par l'intermédiaire de l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide urique en glycocolle.* Note de **M. A. Strecker**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a plusieurs années déjà que j'ai admis l'existence, dans l'acide urique, des groupes *glycolyle*, *carbonyle* et *cyanogène*, liés avec les résidus de l'ammoniaque et de l'eau (1). Comme le glycocolle renferme en partie

---

(1) *Traité de Chimie organique*, 4e édition, 1863; p. 649.

les mêmes radicaux et n'est pas attaqué par les acides, on pouvait s'attendre à voir l'action des acides sur l'acide urique donner naissance au glycocolle. L'expérience a justifié complétement ces prévisions. Si l'on chauffe, dans des tubes scellés, de l'acide urique avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique ou d'acide iodhydrique (je préfère l'emploi de ce dernier), à la température de 160-170 degrés, il se transforme intégralement en glycocolle, acide carbonique et ammoniaque :

$$\underbrace{C^5H^4Az^4O^3}_{\text{Acide urique.}} + 5\,H^2O = \underbrace{C^2H^5AzO^2}_{\text{Glycocolle.}} + 3\,CO^2 + 3\,AzH^3.$$

Si l'on ouvre le tube fortement refroidi, on voit se dégager un courant continu d'acide carbonique. La solution, additionnée d'hydrate d'oxyde de plomb, laisse dégager en abondance de l'ammoniaque et donne, après précipitation par l'hydrogène sulfuré du plomb dissous et après évaporation, un résidu cristallin de glycocolle.

» J'ai reconnu, par l'analyse, que ce corps est identique avec celui préparé à l'aide de l'acide hippurique; la forme cristalline et les propriétés chimiques des deux s'accordent d'ailleurs entièrement.

» Si donc on peut appeler l'acide hippurique un glycocolle conjugué avec de l'acide benzoïque, on peut, au même titre, considérer l'acide urique comme une combinaison du glycocolle avec l'acide cyanurique. On voit que ces deux acides, qui sont des sécrétions urinaires caractéristiques des herbivores et des carnivores, présentent des relations plus prochaines qu'on ne pouvait le penser jusqu'ici. »

CHIMIE. — *Sur un oxychlorure de silicium.* Note de **MM. C. Friedel et A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz.

« Dans deux communications que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous avons étudié une série de composés du silicium, dans lesquels la nature tétratomique de cet élément se manifeste de manière à le rapprocher du carbone : nous avons ainsi décrit le *silicichloroforme*, l'*éther siliciformique tribasique*, l'*anhydride siliciformique* et le *mercaptan siliciméthylique perchloré*. Dans tous ces corps, il n'entre qu'un atome de silicium, et l'on peut dire, ainsi que nous avons cherché à l'exprimer par les noms que nous leur avons donnés, qu'ils font partie de la série méthylique du silicium.

» On ne connaît jusqu'ici aucun composé dans lequel une partie du sili-

cium soit saturée par du silicium, de la manière dont le carbone est saturé par du carbone, dans les hydrocarbures autres que l'hydrure de méthyle. Toutefois l'existence du *silicium-éthyle* et des corps qui en dérivent (acétate et hydrate de siliconnonyle), dans lesquels la saturation du silicium est faite par le carbone, à la façon des hydrocarbures, permet de prévoir avec une grande probabilité l'existence de pareilles combinaisons.

» Nous nous occupons depuis assez longtemps déjà de chercher les moyens de produire des composés de cet ordre et spécialement ceux que l'on pourrait regarder comme formant la série éthylique du silicium; mais quoique nous ayons recueilli des indices nets qui nous permettent d'espérer un bon résultat, nous ne sommes pas encore parvenus à en isoler un à l'état de pureté.

» Dans les expériences que nous avons faites, nous avons obtenu divers produits, qui, sans appartenir à la série que nous avions en vue, nous semblent présenter assez d'intérêt par eux-mêmes. Nous allons décrire l'un de ces composés; les autres feront l'objet d'une prochaine communication.

» En faisant passer dans un tube de porcelaine vide ou rempli de fragments de feldspath, et porté à une température voisine de celle de la fusion de ce minéral, un courant de chlorure de silicium, et en distillant le produit condensé à l'extrémité de l'appareil, on observe que quelques gouttes d'un liquide moins volatil que le chlorure restent dans la fiole ayant servi à la distillation.

» En répétant l'opération un grand nombre de fois, avec les parties les plus volatiles, on finit par recueillir une quantité notable d'un liquide bouillant au-dessus de 70 degrés. Ce produit, soumis à la distillation fractionnée, se sépare facilement en chlorure de silicium et en un liquide bouillant principalement entre 136 et 139 degrés. Limpide, fumant à l'air, ce dernier présente la plus grande analogie avec le chlorure de silicium; il est comme lui décomposé par l'eau avec énergie, et laisse déposer de la silice en dégageant de l'acide chlorhydrique.

» L'analyse en a été faite en brisant, dans un flacon bien bouché et contenant une certaine quantité d'eau, une ampoule pesée pleine du liquide. Quand la quantité d'eau est suffisante, presque toute la silice reste dissoute, et il se produit à peine un léger louche. La liqueur acide, saturée d'ammoniaque, a été évaporée au bain-marie; le résidu, repris par l'eau et filtré, donne d'un côté la silice mélangée avec le verre de l'ampoule, de l'autre côté une solution dans laquelle on dose le chlore. Les nombres ainsi

obtenus conduisent à la formule Si^2OCl^6 (1) d'après laquelle le nouveau corps est un *oxychlorure de silicium*. Malgré l'accord des analyses avec les nombres répondant à cette formule, on aurait pu rester dans le doute relativement à la présence de l'oxygène dans le composé en question; mais les deux expériences suivantes lèvent toute incertitude à cet égard.

» En faisant réagir le corps nouveau sur l'alcool absolu, on a vu se produire les phénomènes qui accompagnent la préparation du silicate d'éthyle. Le produit soumis, à trois ou quatre reprises, à la distillation fractionnée, a passé principalement entre 235 et 237 degrés, et s'est trouvé posséder les propriétés et la composition du *disilicate hexéthylique*, qui a été décrit dans un travail fait en commun par l'un de nous avec M. Crafts (2). Cet éther, qui se produit par l'action de l'alcool aqueux sur l'orthosilicate d'éthyle, a pour formule $Si^2O(C^2H^5O)^6$, et sa constitution peut être indiquée par l'expression suivante, en regard de laquelle nous placerons celle qui correspond à l'oxychlorure :

$$O\left\{\begin{array}{l}Si(C^2H^5O)^3\\Si(C^2H^5O)^3\end{array}\right. \qquad\qquad O\left\{\begin{array}{l}SiCl^3\\SiCl^3.\end{array}\right.$$

On voit que le premier dérive du second par substitution de 6 fois le groupe oxéthyle à 6 atomes de chlore. On voit aussi que l'oxychlorure est formé de 2 molécules de chlorure de silicium, qui ont perdu chacune 1 atome de chlore et l'ont échangé contre la moitié de 1 atome d'oxygène. Cet atome d'oxygène maintient les deux groupes réunis de la même manière que les groupes hydrocarbonés dans l'oxyde de méthyle.

» Parmi les corps dans lesquels 2 atomes de silicium sont ainsi reliés par 1 atome d'oxygène, on en connaît encore un qui semble se rattacher par sa constitution à l'oxychlorure de silicium; c'est l'*oxyde de silicium-triéthyle*, corps qui prend naissance dans la préparation du silicium-éthyle, et qui se forme aussi lorsqu'on traite par la potasse le produit de l'action du brome sur le silicium-éthyle (3). Ce composé dont la formule est $Si^2O(C^2H^5)^6$ ou

$$O\left\{\begin{array}{l}Si(C^2H^5)^3\\Si(C^2H^5)^3\end{array}\right.$$

(1) $Si = 28$, $O = 16$, $Cl = 35,5$, $C = 12$, $H = 1$.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 5.

(3) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 794.

est distillable entre 232 et 235 degrés, et soluble sans décomposition dans l'acide sulfurique, d'où l'eau le précipite de nouveau.

» En chauffant en vase clos, pendant seize ou dix-huit heures, à 180 degrés environ, du zinc-éthyle et de l'oxychlorure (3 molécules pour une), nous avons obtenu un liquide ayant toutes les propriétés et la composition de l'oxyde de siliciumtriéthyle.

» Il ne peut donc rester de doute sur l'existence de l'oxygène dans l'oxychlorure, ni sur ses relations avec les deux corps dont il vient d'être question.

» Nous avons d'ailleurs confirmé la formule donnée plus haut en prenant la densité de vapeur du produit, qui a été trouvée de 10,05. La théorie donne 9,86.

» D'où vient l'oxygène que renferme le nouveau corps? L'attaque visible du tube et du feldspath, et la présence de gouttelettes fondues de chlorures alcalins répondent que c'est au feldspath qu'il a été enlevé. Mais nous ne saurions dire avec sûreté par quelle réaction. Est-ce le chlorure de silicium qui cède directement au silicate alcalin une partie de son chlore en échange d'une quantité équivalente d'oxygène? Est-ce l'acide chlorhydrique, dont il est bien difficile de dépouiller entièrement le chlorure, qui réagit sur le silicate alcalin en formant une petite quantité d'eau qui réagirait à son tour sur le chlorure en régénérant de l'acide chlorhydrique? Deux opérations faites l'une avec du chlorure de silicium distillé sur du sodium, et en évitant autant que possible l'accès de l'humidité, et l'autre avec intervention d'un courant lent d'acide chlorhydrique, ont fourni à peu près les mêmes quantités de produit. Ce fait parle en faveur de la première hypothèse.

» Des expériences entreprises anciennement en vue d'obtenir un oxychlorure de silicium par l'action d'une très-faible quantité d'eau sur le chlorure, n'avaient donné aucun résultat. En faisant passer du chlorure de silicium sur de la litharge chauffée doucement, il se produit avec incandescence du chlorure et du silicate de plomb, mais pas d'oxychlorure. En remplaçant la litharge par de l'acide phosphorique anhydre et en chauffant fortement, il nous a été facile de constater la production de l'oxychlorure de phosphore, qui devait accompagner celle de l'oxychlorure de silicium. Mais la réaction ne paraît pas avantageuse comme rendement, d'autant que la volatilisation de l'acide phosphorique anhydre dans le courant de chlorure est très-notable, et que la séparation des deux oxychlorures formés entraînerait à des fractionnements assez longs.

» En terminant, il nous sera permis de faire remarquer l'analogie de constitution qui existe entre l'oxychlorure de silicium et l'oxyde de méthyle perchloré

$$O \left\{ \begin{array}{l} SiCl^3 \\ SiCl^3 \end{array} \right. \qquad O \left\{ \begin{array}{l} CCl^3 \\ CCl^3 \end{array} \right.$$

On pourrait donc, en poursuivant la nomenclature que nous avons déjà employée, désigner l'oxychlorure par le nom d'*éther siliciméthylique perchloré*, à moins qu'on ne préfère celui d'*oxyde de trichlorosilicium*.

» Si d'un côté il importe d'appuyer sur ces analogies qui rapprochent le silicium du carbone, il est nécessaire de l'autre de montrer que le caractère de ces corps, tout tétratomiques qu'ils sont, n'est pas le même. Pour l'un, le carbone, l'accumulation des atomes de même nature, par saturation réciproque est la règle; l'accumulation par l'intermédiaire des atomes d'oxygène paraît être relativement l'exception. Il en est tout autrement du silicium, ainsi qu'on s'en aperçoit par la difficulté que paraît présenter la formation de corps qui renferment plusieurs atomes de silicium se saturant réciproquement, et par la facilité au contraire, avec laquelle se produisent les polysilicates et spécialement les trois corps que nous venons de rapprocher et qui se sont rencontrés dans des réactions bien différentes quoiqu'ils appartiennent tous au même type disilicique; en désignant ainsi le groupement

$$O \left\{ \begin{array}{l} SiX^3 \\ SiX^3 \end{array} \right.$$

dans lequel X représente des atomes ou des groupes, oxygénés ou non, et monatomiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur le guano de Mexillones;* *par* **M. A. Bobierre.**

« Le guano des Hols et de la presqu'île de Mexillones (Bolivie) a été depuis quelque temps l'objet d'une exploitation régulière. Le premier chargement de cet engrais fut effectué par le navire *Pérou*, et son analyse, exécutée à Bordeaux, à Paris et à Nantes, démontra qu'il était surtout formé de phosphate tribasique de chaux dans la proportion de 50 pour 100 environ (soit 23,80 d'acide phosphorique) et de traces de matière azotée. Je constatai, pour ma part, la solubilité assez grande de son phosphate dans

l'acide carbonique, et la présence dans ce guano de traces d'azotates alcalins (1).

» Au mois de novembre dernier, on me remit un pot de terre rouge d'origine bolivienne, portant le cachet intact d'un voyageur qui venait de visiter les gisements de Mexillones et qui avait prélevé lui-même l'échantillon soumis à mon examen. Le guano contenu dans ce pot offrait des caractères sur lesquels je crois utile d'appeler l'attention de l'Académie.

» Je me bornerai à signaler rapidement tout d'abord la composition générale de l'échantillon analysé par moi, échantillon qui était beaucoup plus riche que celui du navire *Pérou,* puisqu'il contenait 33 pour 100 d'acide phosphorique, correspondant à 71,5 de phosphate de chaux tribasique. Mais ce qui me frappa bientôt, ce fut la nature des mottes blanches qui existaient dans la masse de ce guano, et qui offraient à la loupe des caractères très-nets de cristallisation.

» Dans l'échantillon qui m'avait été soumis par le Consul de Bolivie à Nantes, et qui provenait du navire *Pérou,* j'avais bien trouvé de grosses mottes de sulfate de chaux fortement concrétionné et disséminé dans une masse jaune peu cohérente, amorphe, rendue sapide par du chlorure de sodium, en cristaux facilement appréciables au microscope; mais ces mottes de sulfate de chaux, dans lesquelles je dosai 21,7 pour 100 de matière

(1) *Chargement du navire* Pérou.

ANALYSE DE M. BAUDRIMONT.	ANALYSE DU CONSERVATOIRE.	ANALYSE DE M. BOBIERRE.
Sur 100 parties à l'état humide : Humidité....... 10,0 à 11,0 Azote.......... 0,2 à 0,7 Complément organique...... 0,4 à 7,0 Acide phosphorique.......... 16,0 à 26,0 Sels solubles.... 6,9 à 15,5 Résidu siliceux.. 0,8 à 4,1 L'acide phosphorique à l'état de phosphate calcaire tribasique, soit 34 à 56 pour 100.	Eau et matières organiques.......... 17,72 Silice.............. 0,82 Acide phosphorique... 23,46 Chlore.............. 0,36 Soude............... 3,25 Chaux............... 34,35 Alumine et oxyde de fer. 0,56 Acide sulfurique...... 19,48 100,00 Phosphate calcaire tribasique, 50 pour 100.	Eau volatile à 100 degrés. 9,40 Eau et matières volatiles au rouge........... 8,40 Résidu siliceux........ 2,00 Acide phosphorique... 25,00 Chlorure de sodium.... 4,50 Sulfate de chaux, chaux unie à l'acide phosphorique, magnésie, alumine et oxyde de fer............. 50,70 Nitrates........... 100,00 Azote............... 0,57 Phosphate calcaire tribasique............ 54,16

volatile renfermant 20,94 d'eau, n'avaient aucune analogie avec les agglomérations de petits cristaux enchevêtrés que je rencontrai dans l'échantillon prélevé sur le gisement de Mexillones et qui m'avait été directement remis.

» En vue d'étudier ces agglomérations cristallines, je les débarrassai, autant que je le pus, de la poudre jaune qui les entourait : j'obtins une substance qui était presque exempte de matière jaune amorphe, et qui présentait les caractères suivants : cristaux incolores à bords mousses, appartenant au prisme oblique à base rhomboïdale, mais dont le décroissement sur deux des arêtes principales fait des prismes à six pans, insolubles dans l'eau, très-solubles sans effervescence dans les acides et ne contenant pas trace de sulfate de chaux (1).

» Deux analyses de cette matière, séchée à 100 degrés, ont fourni :

	I.	II.
Eau volatile au rouge.......	34,00	33,88
Acide phosphorique........	33,00	32,52
Magnésie................	26,00	26,28
Alumine et oxyde ce fer....	3,00	1,97
Résidu insoluble...........	1,00	0,98
Chlorure de sodium........	0,53	0,55
Perte et matières non dosées.	2,47	3,82
	100,00	100,00

I.	
MgO...........	26,00
PhO^5..........	33,00
HO........... Plus un peu de matière organique....	34,00
	93,00

II.	
MgO...........	26,28
PhO^5..........	32,52
HO, etc.......	33,88
	92,68

Il résulte de ces analyses faites sur la matière cristalline, aussi pure qu'il m'a été possible de me la procurer, que 93 centièmes dans un cas, et 92,68 dans l'autre, sont exclusivement formés de phosphate de magnésie tribasique et hydraté. L'acide phosphorique et la magnésie représentent en moyenne 58,90; or la solution acide précipitée par l'ammoniaque avait fourni 59,60, dont il y a lieu de déduire 2,48, chiffre moyen de l'alumine et de l'oxyde de fer. Il reste donc 57,12 pour le phosphate tribasique précipité par l'ammoniaque, chiffre très-voisin de 58,90.

(1) Dans les mottes du chargement du *Pérou* j'ai trouvé un mélange de phosphate de magnésie et de sulfate de chaux hydraté; mais le sulfate de chaux constituait presque entièrement les mottes recueillies. Je dois signaler que dans certains échantillons du sulfate de chaux parfaitement blanc et soyeux se trouvait comme une gaîne au milieu de laquelle avait passé un filet de solution saline réagissante; cette gaîne s'était accrue du centre à la périphérie.

» Si l'on calcule en centièmes la composition du phosphate

$$3MgO\ PhO^5\ 7HO,$$

et si on la rapproche du phosphate qui formait les 93 centièmes des mottes blanches du guano de Mexillones, on a

	Calculé.	100 parties de phosphate de magnésie existant dans le guano contiennent :
3MgO	30,92	29,71
PhO^5	36,59	37,25
7HO	32,47	33,04

» Les mottes blanches de l'échantillon de guano soumis à mon examen différaient donc complétement de celles du navire *Pérou*, qui étaient formées de sulfate de chaux hydraté, et elles étaient presque entièrement composées de phosphate de magnésie tribasique en cristaux bien déterminés.

» Si j'avais eu à ma disposition une plus forte quantité des mottes auxquelles je viens de faire allusion, il m'aurait peut-être été possible d'isoler complétement le phosphate de magnésie pur des 7 centièmes de la substance qui y était mélangée, et je n'aurais pas, dans les treize opérations qui m'ont servi à déterminer les principes volatils, obtenu des chiffres variant de 31,19 à 34,2. Quoi qu'il en soit, les chiffres résultant de mes opérations sont assez approximatifs pour établir l'existence dans le guano de Mexillones du phosphate $3MgO\ PhO^5\ 7HO$, à l'état de cristaux bien définis. On comprend facilement dès lors que les analystes pourraient, en examinant ce guano, apprécier inexactement l'acide phosphorique s'ils le précipitaient par l'ammoniaque dans une solution acide de l'engrais calciné; on comprend aussi que la calcination au rouge détermine, en pareil cas, une perte représentée par la volatilisation de l'eau combinée, et nullement par de la matière organique.

» En ce qui concerne l'eau volatile au rouge, j'ai eu occasion naguère de faire une remarque analogue en calcinant le guano de l'île Jarvis.

» Ce que je dois mentionner en terminant, c'est que la proportion des mottes de phosphate de magnésie cristallisé était relativement considérable dans l'échantillon qui m'a été apporté de Bolivie, tandis que le sulfate de chaux concrété dominait dans le chargement du navire *Pérou*. Il est vraisemblable, au reste, que l'exploitation suivie en ce moment motivera l'extraction d'engrais diversement constitués, car les quatre derniers chargements im-

portés à Bordeaux offraient, pour la masse, 32 pour 100 d'acide phosphorique et 0,7 d'azote, chiffres se rapprochant beaucoup des 31 pour 100 et 0,65 que j'avais moi-même obtenus pour la masse de l'échantillon apporté de Bolivie et remis entre mes mains. »

PHYSIOLOGIE. — *De la réduction des nitrates et des sulfates dans certaines fermentations; par* **M. A. Béchamp.**

« La communication récemment faite à l'Académie par M. Reiset, sur le dégagement du gaz nitreux dans la fermentation du jus de betteraves, et celle de M. Schlœsing, sur le même sujet, aboutissent à deux interprétations radicalement opposées. Pour M. Reiset, le gaz nitreux est le résultat d'une oxydation de l'ammoniaque; pour M. Schlœsing, celui d'une réduction des nitrates. Je n'ai pas de faits à l'appui de la manière de voir de M. Reiset; mais je crois que, dans certaines circonstances, l'oxydation de l'ammoniaque dans les milieux en fermentation est possible : on sait que M. Dumas a admis une fermentation nitreuse, et, pour ma part, j'ai toujours vu, dans la nature, les efflorescences de salpêtre accompagnées de microzymas analogues à ceux de la craie. Je reviendrai sur ce sujet. A l'appui de l'opinion de M. Schlœsing, voici une expérience qui me paraît décisive. Nous ne différons que sur l'interprétation du phénomène.

» J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie quelques-uns des résultats de mes recherches sur le développement des moisissures dans l'eau sucrée additionnée de sels divers. J'ai poursuivi ces études et mieux défini la nature des produits qui se forment à la suite de la naissance de ces petits organismes.

» Le 13 mai 1864, j'ai exposé au contact de l'air une solution de 100 grammes de sucre de canne pur et de 20 grammes de nitrate de potasse dans 2 litres d'eau distillée : le mélange était parfaitement neutre au papier de tournesol. Le 1er juin, il y avait dans le mélange de petites moisissures à mycélium qui ne semblèrent pas augmenter; on trouva qu'il n'y avait presque pas encore de sucre interverti, et la liqueur ne fut pas trouvée acide. J'ajoutai $0^{gr},7$ de phosphate de chaux pur. Le 18, la liqueur était abondamment pourvue de moisissures; la quantité de glucose avait augmenté. Le 22, la liqueur, loin d'être acide, fut trouvée alcaline. Le mélange fut introduit dans un appareil clos; il ne se dégagea que peu de gaz. Peu à peu, la liqueur, d'alcaline qu'elle était, devint franchement acide. Le 21 août, je mets fin à l'expérience.

» Les ferments étaient formés d'un mycélium très-fin, de très-petites bactéries et de granulations moléculaires, que j'ai depuis appelées des *microzymas*. Les produits formés étaient : alcool, environ 1 gramme; acide acétique et acide butyrique, la quantité nécessaire pour produire 18 grammes de sels de soude; acide lactique, une quantité qui a produit 10 grammes de lactate de chaux cristallisé. La quantité totale d'ammoniaque formée était de $0^{gr},57$.

» J'ai répété, en la variant, cette expérience. La formation de l'ammoniaque est constante toutes les fois que la liqueur ne devient point acide; il y a toujours de l'alcool, de l'acide acétique, mais l'acide lactique et l'acide butyrique peuvent manquer.

» Évidemment, ici, le problème est réduit à ses termes les plus simples, et c'est précisément au contact de l'air que le mélange est devenu alcalin, et en vase clos, à l'abri de l'air, qu'il est devenu acide.

» Pour expliquer cette réduction des nitrates, M. Schlœsing dit : « Il » suffit de faire observer, d'une part, que la putréfaction se produit d'or- » dinaire dans des milieux neutres ou alcalins, et, d'autre part, que les » matières organiques qui se putréfient deviennent des agents éminemment » destructeurs. Quoi de surprenant que les nitrates soient décomposés par » des corps qui peuvent convertir les sulfates en sulfures? »

» Mais, où se fait cette réduction? Pour moi, la réduction des nitrates et des sulfates, dans ces conditions, est une fonction des organismes ou de l'organisme particulier qui est l'agent de la fermentation ou de la putréfaction, et non pas des produits organiques engendrés et sécrétés par eux. Je me suis assuré qu'en mettant du sulfure de chaux ou du nitrate de potasse en présence des matériaux de la fermentation, rigoureusement séparés des organismes dont ces matériaux sont les produits désassimilés, ils n'étaient pas absolument réduits. Si pour la réduction, en présence de ces organismes, le milieu doit être neutre ou alcalin, cela tient uniquement à ce que la nutrition de ces organismes se modifie quand le milieu se modifie. Il est constant que si le milieu devient acide, les nitrates ne sont plus réduits; pourtant le nitrate était bien toujours en contact avec les produits de la fermentation. Les matières engendrées par la fermentation sont donc sans action sur le nitrate de potasse. Mais, quand on songe que l'acide nitrique peut rester combiné avec le protoxyde de fer sans être réduit, à moins de faire intervenir la chaleur, on a de la peine à en concevoir la réduction dans le nitrate de potasse, en présence de l'eau, par les produits des fermentations. Ces remarques s'appliquent aux sulfures alcalins.

» Je sais bien que l'on admet que, lorsqu'une eau minérale séléniteuse, par exemple, devient sulfureuse, cela tient au contact de la matière organique du bouchon ou à celui de toute autre matière organique. Mais cette opinion est erronée. J'ai abordé cette question (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 568) à propos des microzymas de l'eau de Vergèze, qui produisent de l'acide acétique, de l'acide butyrique et de l'acide lactique avec le sucre de canne. Je disais : « Lorsqu'une eau devient sulfhydrique, ce n'est pas tant » par le fait du contact d'une matière organique que par le fait de quelque » organisme plus ou moins voisin des microzymas. » Je n'ai pas publié alors les expériences que j'avais instituées. Les voici : Si l'on remplit une fiole d'une eau contenant $0^{gr},05$ de chaux par litre, qu'on y ajoute de l'empois de fécule, du sucre de canne, etc., et qu'on la bouche sans que le bouchon touche la solution, le sulfate de chaux ne s'altère en aucune façon, même après plusieurs mois. Si en même temps, les autres conditions restant les mêmes, on y introduit du carbonate de chaux pur récemment précipité dans une liqueur bouillante, il n'y a pas de réduction non plus. Mais si, au lieu de carbonate de chaux pur, on emploie de la craie à microzymas, on peut bientôt constater la formation de l'hydrogène sulfuré, perceptible à l'odorat, capable d'être précipité par l'acétate de plomb ou par l'acide arsénieux, et d'être dosé. Au contact de l'air, cette réduction n'a pas lieu, même en vases clos, si ce n'est au bout d'un temps très-long. C'est que ces organismes usent alors l'oxygène qu'ils trouvent tout prêt; s'ils n'en trouvent pas, ils le prennent au milieu ambiant, à l'acide sulfurique du sulfate. Cette interprétation est de Chaptal : dans un de ses Mémoires (1), il constate la formation d'une moisissure qu'il compare à des *byssus* : c'est sous son influence que se produit l'*acide acéteux*, et, si l'air nécessaire n'est pas fourni par l'atmosphère, il est emprunté à l'acide sulfurique, comme dans le cas où l'on emploie de l'eau de puits, de sorte qu'il se dégage une odeur hépatique ou de sulfure très-caractérisée.

» Et cette théorie de l'influence physiologique des microzymas est applicable à la formation du sulfure de fer dans les boues des rues des grandes villes, constatée par M. Chevreul, ainsi qu'à la fermentation du tabac. Dans les boues, on trouve des microzymas en foule; dans le tabac à priser, le microscope révèle, d'autre part, une multitude de petits organismes actuellement vivants. »

(1) *Observations sur l'acide carbonique fourni par la fermentation des raisins et sur l'acide acéteux qui résulte de sa combinaison avec l'eau.* (*Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences*, 1788.)

PHYSIOLOGIE. — *Note sur des granulations moléculaires de diverses origines;* *par* M. Le Ricque de Monchy.

« Dans la séve des végétaux, se trouve une grande quantité de granules doués d'un mouvement oscillatoire et désignés par la plupart des botanistes sous le nom de *globules mobiles*. Dans les utricules polliniques nagent aussi des granules oscillants. Certaines parties liquides du corps des animaux et des insectes, leurs tissus que j'ai observés, portent aussi des granules vibrants, notamment l'intérieur de l'œuf de papillon, la couche pigmentaire de la choroïde, le liquide de l'intérieur de la chenille et de la partie postérieure du corps de l'araignée.

» Le but des expériences que je vais décrire est de démontrer que ces granules oscillants sont des organismes ayant une action énergique, à la manière des ferments, sur quelques-unes des matières avec lesquelles ils sont en contact dans leur milieu naturel.

» *Action des granules oscillants de la séve sur le sucre de canne.* — Je recueillis, au printemps, dans de l'eau distillée créosotée, les granules oscillants du cambium du saule : leur extrême petitesse leur permet de passer à travers le papier à filtre ordinaire, il est dès lors facile de les isoler. Je les recueillis sur un filtre double, fait avec du papier Berzélius, ou bien je les laissai se précipiter au fond d'un vase; j'enlevai alors le liquide avec un siphon. Je lavai ensuite les granules oscillants isolés, avec trois ou quatre eaux distillées créosotées et différentes. Je fis bouillir, dans deux ballons de verre, une portion d'une même solution créosotée de sucre de canne exempt de glucose. Je fermai immédiatement et hermétiquement ces deux ballons. Après refroidissement convenable, je les débouchai, et j'introduisis dans le ballon 1 les granules mobiles de la séve. Je fermai immédiatement et hermétiquement ces deux ballons. Je m'étais assuré que la liqueur des deux ballons ne réduisait pas le réactif cupropotassique. Le quatrième jour, la liqueur du ballon 1 donna des traces certaines de réduction, et le sixième jour une forte réduction, commençant par le haut et bien avant l'ébullition. L'eau sucrée du ballon 2 ne donna aucune trace de réduction. Les granules oscillants introduits dans la liqueur du ballon 1 avaient seuls transformé le sucre de canne en glucose, car le microscope n'y montra ni mycélium, ni vibrions, ni bactéries, mais les granules oscillants seuls. Je répétai l'expérience, en les préparant de la même manière, avec des granules vibrants de la séve du *géranium*, du *lilas*, de l'*osier*, ainsi qu'avec des granules provenant de plantes aquatiques, des pétales de la rose et de la fleur

du *lotus ;* j'obtins les mêmes résultats. Pour éviter les répétitions, je fais observer que, pour les expériences suivantes, j'ai suivi la même méthode que cidessus pour la préparation des granules et leur mise en contact avec le sucre de canne, l'empois de fécule ou la gelée de gélatine.

» *Action des granules oscillants de la séve sur l'empois de fécule.* — Je mis des granules oscillants du cambium du saule avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté, fait avec de l'eau distillée. Le septième jour, l'empois était liquéfié complétement, et le quinzième jour une partie de la fécule dissoute était saccharifiée. Le mélange ne contenait absolument alors que les granules oscillants. J'obtins les mêmes résultats avec les granules des plantes et des fleurs que j'ai indiquées plus haut et avec ceux qui provenaient de pommes ou de graines de *haricot*, mais moins promptement, surtout la saccharification, avec des granules oscillants de pommes et de graines de *haricot*, et principalement lorsque les granules oscillants provenaient de pommes approchant de la maturité. Les granules ferments étaient épuisés.

» *Action des granules oscillants de l'utricule pollinique sur le sucre de canne.* — Je fis des expériences avec le pollen de l'*Hemerocalis flava*, du *Lis blanc*, du *Punica nana*, de l'*Hibiscus syriacus* et de différentes malvacées ou *convolvulacées*, en faisant éjaculer le pollen de chacun de ces végétaux dans de l'eau distillée créosotée. Des granules de l'utricule pollinique d'une convolvulacée, préparés comme l'ont été ceux de la séve du saule, lavés et isolés absolument, furent mis en contact, dans un ballon fermé hermétiquement, avec une solution bouillie et créosotée de sucre de canne pur. En quarante huit heures, une partie du sucre de canne fut transformée en glucose. Le résultat de la transformation du sucre fut confirmé par l'expérience que voici : la liqueur sucrée donnait, au début, pour déviation du plan de polarisation, 60,7 à droite. Cette même liqueur, après dix jours de contact avec les granules de l'utricule pollinique, ne donna plus que 54,5 à droite Une portion de la même solution sucrée n'indiqua aucun changement dans la déviation du plan de polarisation.

» *Action des granules de l'utricule pollinique sur l'empois de fécule.* — Je mis des granules de même origine en contact avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté. Le sixième jour, la liquéfaction de l'empois était complète, mais ce ne fut que vingt-cinq à trente jours après que l'on commença à trouver des traces de saccharification de la fécule dissoute. L'action principale de ces granules a donc été ici la liquéfaction de l'empois de fécule.

» *Action des granules oscillants des matières liquides des insectes sur le sucre de canne. Œufs de papillon.* — Les œufs de papillon, du ver à soie

entre autres, contiennent normalement une quantité prodigieuse de granules oscillants d'une extrême petitesse. Je mis de ces granules, isolés absolument et lavés, en contact avec une solution bouillie et créosotée de sucre de canne exempt de glucose. La transformation du sucre eut lieu promptement.

» *Action des granules oscillants des œufs de papillon du ver à soie sur la fécule.* — Je répétai l'expérience en mettant des granules de même origine en contact avec de l'empois de fécule bouilli et créosoté. Le quatrième jour, l'empois était complétement liquéfié, mais quatre mois après le commencement de l'expérience la fécule dissoute ne donna pas de trace de réduction du réactif cupropotassique ; la saccharification n'avait donc pas eu lieu.

» *Action des mêmes granules oscillants sur la gelée de gélatine.* — Une gelée de gélatine blanche et pure, bouillie et créosotée, ne fut liquéfiée sans retour, sans qu'une basse température la fît coaguler de nouveau, qu'après vingt jours de contact avec les granules oscillants de l'œuf de papillon. Une seconde portion de la même gelée créosotée seulement était intacte.

» Je fis la même expérience avec de l'albumine pure, délayée dans de l'eau distillée et créosotée. Le liquide donnait primitivement au saccharimètre, pour déviation du plan de polarisation, 14 à gauche. Après vingt jours de contact avec les granules oscillants, on observa $13\frac{1}{2}$ à gauche ; l'action avait donc été nulle.

» *Action des granules oscillants des matières liquides de la chenille et de la partie postérieure du corps de l'araignée.* — J'ai fait les mêmes expériences qui précèdent avec ces granules oscillants ; j'ai obtenu les mêmes effets généraux, pour la transformation du sucre de canne et de la gelée de gélatine.

» *Action des granules oscillants formant le revêtement noir de la couche interne de la choroïde sur le sucre de canne.* — Après avoir lavé, dans trois ou quatre eaux distillées différentes, la partie externe de la choroïde de plusieurs yeux de bœuf, je recueillis et j'isolai les granules oscillants de la choroïde. Je les mis en contact avec une dissolution bouillie et créosotée de sucre de canne. Huit jours après, une partie de ce sucre était transformée en glucose.

» *Action des granules oscillants de la choroïde sur la gélatine.* — Je mis de ces granules en contact avec une solution bouillie et créosotée de gélatine blanche et pure. La liquéfaction sans retour fut moins prompte que la transformation du sucre ; elle eut lieu en quatorze jours. Le liquide ne

contenait rien d'étranger aux granules oscillants et n'avait aucune mauvaise odeur.

» *Remarque.* — Les expériences que je viens de décrire ont été répétées sous toutes les formes possibles pendant près de deux ans; elles ont commencé le 25 mai 1866, et les résultats identiques n'ont jamais fait défaut. Il en résulte que les granules oscillants dont je viens de parler sont des organismes agissant à la manière des ferments sur quelques matières analogues à celles avec lesquelles ils sont en contact dans leur milieu naturel. Leur fonction serait de concourir à la maturité des fruits, et chez les animaux et chez les végétaux d'élaborer certaines matières pour la nourriture des germes et la régénération incessante des organes, en opérant des changements dans les propriétés des tissus. L'interprétation que je donne ici est en rapport avec ce qu'a dit Leydig (*Traité d'histologie*) : « D'une manière » absolue, il faut dire que ce que nous appelons *éléments de formation* est » précédé d'une série de créations. » Les granules oscillants dont je viens de parler sont pour moi des agents de cette série de créations, et concourent efficacement à la formation et à la régénération des tissus. Les résultats des expériences que j'ai décrites pourront, je l'espère du moins, fournir des matériaux pour l'étude de la physiologie cellulaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur la continuation des phénomènes éruptifs à Santorin.* Lettre de **M. de Cigalla** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le volcan de nos îles Commènes compte déjà deux années et vingt jours d'existence, et, sans perdre presque rien de son intensité, il suit toujours sa marche régulière. De fortes détonations ou explosions ont lieu toutes les quatre ou cinq minutes de la bouche de Georges Ier, avec une grande quantité de cendres et de pierres incandescentes. Quelquefois même, cette cendre contient une certaine quantité de particules rouges, composées probablement d'oxyde de fer.

» La vapeur qui sort de Georges Ier est toujours très-abondante, et la colonne qu'elle forme arrive quelquefois à la hauteur de 4 à 5000 pieds, et si pendant ces exhalaisons il survient une légère pluie, elles deviennent alors très-nuisibles à la végétation.

» Les flammes aussi qui couvrent le sommet de Georges Ier ne laissent pas que d'être abondantes.

» De temps à autre, il se fait aussi de petites explosions sur d'autres points de Georges Ier et même dans le fond de la mer, où a lieu l'exhaus-

sement de la lave. De telles explosions ne proviennent pas, à coup sûr, de la brusque rupture des blocs, comme on peut s'en convaincre par la quantité des vapeurs qui se développent et par les flammes plus ou moins rouges qui, dans le même lieu, apparaissent souvent sur la surface de la mer.

» Georges Ier continue toujours à grandir. Sa cime, couverte sans cesse d'une lave scoriacée et incandescente qui s'élève en butte, a atteint la hauteur de 420 pieds, d'après les observations faites dernièrement par l'état-major de la frégate autrichienne *le Comte Radesky*. Cette lave, qui coule lentement et en très-petite quantité, prend différentes directions au S.-O. de Georges 1er, qui se prolonge avec rapidité, surtout du côté S.-E., en se dirigeant vers Santorin, aux endroit dits *Placa* et *Athermi*, où sont les sources thermosulfureuses.

» Les nouveaux sols présentent aujourd'hui, d'après des calculs approximatifs, une superficie de 1 000 000 de mètres carrés. En calculant la profondeur moyenne de la mer occupée par les nouvelles terres à 93 mètres, et la hauteur moyenne de ces terres au-dessus du niveau de la mer à 32 mètres, nous aurons une masse de 135 000 000 de mètres cubes, sans calculer nullement la lave qui coule probablement sous la mer et que nous ne voyons pas. Mais peut-être ne sommes-nous pas encore à la moitié du travail.

» Comme je viens de donner commission qu'on me fasse le dessin de ce même volcan, aussitôt que j'aurai ce dessin, je me ferai un devoir de vous en envoyer une copie. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la section des nerfs sur la production de liquides intestinaux*. Note de **M. A. Moreau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« L'expérience que je vais décrire montre que la section des nerfs qui se rendent à l'intestin détermine la production de liquides dans la cavité intestinale.

» Sur un chien de grande taille, bien portant, à jeun depuis la veille au moins, et dont l'intestin est par conséquent vide, je pratique, pendant le sommeil du chloroforme, une incision de la paroi abdominale, le long de la ligne blanche, et je mets à nu, en écartant l'épiploon, une grande anse d'intestin. Je choisis sur cette anse, en tenant compte de la distribution des vaisseaux, une longueur de 10 à 20 centimètres, et j'applique deux ligatures, de façon à avoir ainsi une petite anse fermée qui ne peut recevoir de liquide venant d'en haut ni d'en bas. Je forme en outre, à l'aide de deux

nouvelles ligatures, deux autres anses, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de la première. Ces trois anses sont vides.

» J'isole alors avec le plus grand soin les nerfs qui se portent sur l'anse du milieu, ces nerfs marchent accolés aux vaisseaux ou placés à quelque distance d'eux. Je les coupe avec précaution, puis, l'intestin et l'épiploon étant remis en place, je recouds les lèvres de la plaie faite à la paroi abdominale.

» Bientôt le chien s'éveille et paraît n'avoir pas conscience de l'opération qu'il a subie. Au bout de plusieurs heures il est sacrifié et l'abdomen est ouvert. Le liquide contenu dans l'anse énervée est recueilli en ponctionnant l'intestin à l'aide d'un trocart. Les deux anses voisines et normales sont flasques et vides, et contrastent par leur aspect avec l'anse énervée. Leur membrane muqueuse est collante au doigt et même sèche, tandis que celle de l'anse énervée est douce, humide et ramollie par la présence du liquide de nouvelle formation qui la baigne.

» Ce liquide contient du mucus, des globules blancs et des corpuscules muqueux. Il est tout à fait exempt de globules rouges, si ce n'est dans le cas où les fils qui serrent l'intestin ont rompu les vaisseaux sanguins. J'évite facilement cet accident par l'emploi de ligatures qui ne coupent pas, telles, par exemple, que des tubes de caoutchouc d'un petit diamètre.

» Par le repos, ce liquide laisse déposer du mucus, quelques traces d'aliments, et fréquemment aussi des débris de ténias, enfin, des corpuscules muqueux et des leucocytes, dont la quantité offre des variations intéressantes à étudier.

» Ce liquide filtré est clair, avec une teinte légèrement jaunâtre. Sa densité égale 1,008. Il est fortement alcalin, et contient une quantité de carbonate ou de bicarbonate correspondant à $0^{gr},2$ de soude anhydre pour 100 grammes.

» Les matières organiques ont fourni un poids de 35 à 45 centigrammes et les matières minérales un poids de 9 à $9\frac{1}{2}$ décigrammes pour 100 grammes de liquide.

» Le résidu fixe est composé de carbonates alcalins, de chlorures, d'un peu de sulfates et de phosphate de chaux.

» L'analyse quantitative a montré sur trois liquides différents que le sodium y variait de 34 à 36 pour 100, le potassium de 2 à 6, le chlore de 32 à 45 et l'acide sulfurique de 1 à 4. Le phosphate de chaux, pesé dans une seule analyse, formait environ 2 pour 100 du résidu.

» Si dans la liqueur filtrée on verse de l'acide acétique de façon à neu-

traliser l'alcali, on obtient par l'ébullition un coagulum dont le poids a varié entre 8 et 10 centigrammes, et qui représente ainsi le tiers ou le quart des matières organiques.

» L'urée se trouve dans les matières non coagulées; dosée dans une analyse, elle fournit un poids de 16 milligrammes pour 100 grammes du liquide.

» La quantité de liquide ainsi obtenue dans une anse d'intestin s'est élevée à 100 grammes sur un chien que je sacrifiai trois heures après l'opération; elle était de 225 grammes sur un autre que je présentai à la Société de Biologie et qui avait été sacrifié dix-huit heures après l'opération.

» La comparaison de ce liquide avec le suc intestinal, l'étude des conditions qui font varier les quantités obtenues, et d'autres points qui se sont présentés à mon observation, méritent, je crois, d'être développés dans un autre travail.

» En résumé, la section des nerfs qui se distribuent à une anse d'intestin détermine la production de liquide dans cette anse. La portion d'intestin placée à 1 centimètre plus haut ou plus bas demeure dans un repos complet sous le rapport de la production des liquides intestinaux.

» J'ai fait et je poursuis ces expériences dans le laboratoire de M. Cl. Bernard au Collége de France depuis le mois de mai dernier. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude sur la betterave à sucre.* Note de **M. Mehais**, présentée par M. Payen.

« Ayant formé le projet d'entreprendre quelques essais d'amélioration sur les races de betteraves à sucre, nous avons cru devoir commencer par examiner quelles influences peuvent avoir les différents caractères de ces racines sur la quantité de sucre qu'elles renferment.

» Le poids spécifique des betteraves et celui du jus ayant surtout été employés pour choisir les porte-graines, en vue d'améliorer les racines saccharifères, nous avons d'abord examiné les rapports de ces deux caractères avec la richesse en sucre.

» Depuis la rédaction de notre Mémoire, nous avons reconnu que M. le docteur Scheibler avait fait sur ce premier point les mêmes observations que nous, et que nous nous trouvions ainsi devancé de quelques jours par leur publication en Allemagne; cependant, comme les études que nous y développons reposent sur des essais nombreux qui nous ont occupé presque exclusivement pendant plus de trois mois, nous pensons que ce

travail n'aura pas été inutile à reproduire au moins comme confirmation des faits dont il s'agit.

» Ces faits sont résumés de la manière suivante par M. le docteur Scheibler :

« 1° La densité des betteraves est toujours, et sans exception aucune, » moindre que celle du jus qui s'y trouve; 2° pour la plupart des bette- » raves, la densité varie entre 103 et 106 : dans quelques cas exceptionnels, » cette densité peut tomber à 101 et remonter jusqu'à 107; 3° les bette- » raves les plus lourdes possèdent en général une densité et un rapport » saccharimétrique moindre que celles d'un faible poids absolu; 4° les » betteraves d'une haute densité possèdent en général une proportion » moindre de matières étrangères et un rapport saccharimétrique plus » élevé que celles d'une densité faible : cependant, à cette règle, il y a » d'autant plus d'exceptions que les betteraves sont moins denses; 5° la » présence simultanée de l'air et du jus dans les betteraves empêche toute » séparation mécanique des mauvaises betteraves, qui serait basée sur » la différence des densités des racines; 6° cependant cette séparation » pourra s'exécuter pour les betteraves d'une densité haute très-prononcée » et qui pourront servir à la culture des graines. »

» Sur les quatre premiers points, nos conséquences ont été à peu près les mêmes, seulement nous avons trouvé deux racines dont la densité était inférieure à celle de l'eau, et seize pour lesquelles cette densité se trouvait comprise entre 100 et 101 sur une moyenne de 300 betteraves.

» En ce qui concerne les deux derniers points, nos résultats ont été un peu différents : nous avons en effet reconnu que lorsque l'on sépare en plusieurs groupes les betteraves de densités différentes, en opérant sur une quantité suffisante de racines (quelques centaines au moins), la moyenne des richesses en sucre pour chaque groupe est d'autant plus forte que la densité est plus grande. La séparation d'après la densité des racines serait donc, selon nous, dans tous les cas, une bonne opération pour procéder au choix des porte-graines lorsque l'on veut opérer l'amélioration en grand dans la culture.

» Toutefois, nos expériences montrent que les résultats moyens ainsi obtenus sont toujours fort inférieurs à ceux que l'on pourrait obtenir de l'observation directe de la richesse du jus, ou même simplement de sa densité.

» On voit d'après cela que le moyen de séparation ci-dessus ne pourrait

plus suffire seul s'il s'agissait de tenter l'amélioration en opérant seulement sur quelques racines soigneusement choisies ; mais il nous paraît pouvoir être encore employé, dans ce cas, avec grand avantage pour faire un premier choix, qui permettrait de réduire de 90 à 95 pour 100 les essais plus longs qui doivent être exécutés sur le jus en prélevant un morceau de la racine. On pourrait alors, en consacrant un peu plus de temps à ces derniers essais, apprécier le degré de pureté du jus en même temps que sa richesse, afin de conserver pour porte-graines les betteraves qui accusent, non le plus de richesse absolue, mais le plus grand rendement en sucre extractible.

» Il suffirait pour cela de prendre la richesse ou la densité du jus et le poids des cendres, ou bien simplement la richesse et la densité : dans le premier cas, on choisirait parmi les betteraves les plus riches ou les plus denses celles qui donnent le moindre poids de cendre, et dans le second cas on prendrait parmi les plus riches celles dont le rapport de la richesse à la densité est le plus élevé.

» L'examen des caractères extérieurs des racines par leurs rapports avec la richesse en sucre des betteraves offre un intérêt non moins grand que celui des densités.

» Lorsque l'on observe une betterave arrachée avec précaution, on voit généralement deux lignes opposées, creusées en sillons plus ou moins profondément dans le sens de la longueur, et d'où partent presque toutes les radicelles que l'on remarque sur la racine; mais, tandis que, sur certaines betteraves, les radicelles, qui prennent alors le nom de *chevelu*, sont très-nombreuses et très-fines, sur d'autres sujets quelques-unes atteignent plusieurs millimètres de diamètre et quelquefois plus d'un centimètre.

» Les betteraves de ces deux types, que nous distinguerons sous les noms de *chevelu* et de *racineux*, diffèrent essentiellement au point de vue de leur richesse en sucre. Rarement une betterave appartenant au premier type se trouve plus riche qu'une autre appartenant au second, et, lorsque l'on opère sur des moyennes, la différence est toujours considérable pour des betteraves venues dans les mêmes conditions de culture. Dans nos expériences, qui portent sur 162 betteraves du type chevelu et sur 138 appartenant au type racineux, la richesse moyenne, qui n'était que de 11,13 pour 100 pour les premières, s'est élevée, pour les secondes, à 15,08 pour 100.

» La forme extérieure du corps de la betterave, quoique ayant une im-

portance moindre, paraît cependant influer aussi sur sa richesse saccharine. Il résulte de nos essais que, lorsque l'on compare des racines appartenant au même type, les formes les plus bombées extérieurement sont celles qui correspondent aux richesses minima, tandis qu'au contraire les racines les plus riches se rencontrent lorsque, vers le milieu de la longueur des racines, la surface extérieure tend à se rapprocher de l'axe par une courbure rentrante. Les betteraves de cette dernière forme appartiennent presque exclusivement au type racineux, et elles ont généralement de gros collets creux à l'intérieur, sur lesquels on remarque souvent plusieurs centres de végétation. Quant aux betteraves se rapprochant de la forme conique, elles nous ont paru tenir le milieu entre celles des deux formes ci-dessus, que nous désignons sous les noms de *forme bombée* et de *forme concave*.

» On peut se rendre compte, jusqu'à un certain point, de l'influence que peut avoir la forme des racines sur la richesse en sucre, en considérant que les betteraves fortement bombées au milieu ne paraissent pas renfermer plus de tissu fibreux que celles qui le sont le moins, et que le renflement semble ainsi se faire surtout par l'accroissement du tissu utriculaire, qui, comme on le sait, est beaucoup moins riche en sucre et plus riche en sels que le tissu formé de petites cellules allongées entourant les faisceaux vasculaires, comme M. Payen l'a démontré.

» Il doit en être de même des racines qui atteignent rapidement un grand développement; aussi les betteraves les plus grosses sont-elles, en général, les moins riches.

» Si l'on remarque, au contraire, que les gros collets, le nombre des centres de végétation et le nombre des racines latérales tendent au développement des tissus vasculaires, on comprendra de même pourquoi les betteraves du type racineux (surtout celles qui affectent la forme concave) sont ordinairement les plus riches et celles dont le jus est le plus pur.

» La couleur des betteraves ne nous a pas paru avoir un rapport bien marqué avec leur richesse en sucre lorsque l'on ne compare entre elles que des racines appartenant au même type; mais les betteraves blanches avec collets gris, légèrement verts ou légèrement rosés, sont à peu près les seules que l'on rencontre dans le type racineux; en sorte que les betteraves à peau rouge ou jaune, et même les blanches à collets rouges, n'atteignent pas ordinairement le même maximum de richesse.

» Les faits que nous venons d'exposer permettent de prévoir que si, dans le choix des porte-graines, on s'attachait exclusivement à la repro-

duction des betteraves les plus riches en sucre, on arriverait nécessairement à la création d'une race caractérisée par le type racineux, la forme concave et enfin les collets gros et creux portant plusieurs centres de végétation. Tels sont, en effet, les caractères qui distinguent la race obtenue dans ces conditions par Louis Vilmorin.

» Mais, si une pareille race possède à un haut degré l'avantage de la richesse en sucre et de la pureté du jus, elle a aussi l'inconvénient grave de produire peu de poids à l'hectare, outre les difficultés qui résultent de l'existence des racines latérales, tant en culture qu'en fabrication.

» Si, au contraire, on se bornait à choisir pour porte-graines les betteraves les plus bombées, les plus grosses et les moins racineuses, comme le font, en général, les cultivateurs pour obtenir un fort rendement à l'hectare, on tomberait dans l'inconvénient opposé : on arriverait ainsi à produire de fort belles racines, mais qui, par leur pauvreté en sucre, seraient ruineuses pour le fabricant.

» Il nous semble, d'après cela, que, pour améliorer les races de betteraves utilement, au double point de vue de la culture et de la fabrication, c'est-à-dire *pour obtenir avec le moins de frais possible le maximum de sucre extractible sur 1 hectare d'une terre donnée*, il est nécessaire de tenir compte de l'ensemble de tous les caractères que nous venons d'étudier, ou, plus généralement, de tous ceux qui peuvent avoir une influence :

» 1° Sur la richesse en sucre de la betterave;

» 2° Sur le poids des racines et leur rendement à l'hectare;

» 3° Sur la pureté des jus, et particulièrement sur la quantité de sels qu'ils renferment;

» 4° Sur les proportions de pulpe et de jus, en tenant compte des procédés d'extraction;

» 5° Sur la facilité du travail en culture et en fabrication.

» Il nous paraît bien probable qu'en opérant ainsi, on arriverait à un type moyen entre les betteraves racineuses et celles qui ne portent que du chevelu, et peut-être aussi à une forme moyenne, telle que la forme conique ou une forme légèrement bombée. Telle paraît être, du moins, la conséquence naturelle des faits exposés ci-dessus. »

M. Maumené adresse quelques observations au sujet de la communication faite par M. Chevreul, dans la séance du 2 mars. Selon l'auteur, la potasse tirée du suint pur est exempte de soude, et le dernier travail de M. Peligot peut fournir un argument de plus en faveur de cette opinion.

M. **Amaury-Gellusseau** adresse une Lettre concernant son Mémoire sur « l'Action de l'air comprimé dans la fondation des ponts ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres pour le concours de 1866, au jugement de laquelle le Mémoire a été soumis.)

M. **Brate** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat ses communications relatives au carré de l'hypoténuse.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger vacante par suite du décès de *M. Faraday*, présente, par l'organe de **M. Delaunay**, la liste suivante :

En première ligne. . . . . . . **M. Murchison**, à Londres.

En deuxième ligne et par ordre alphabétique . . . .
- **M. Agassiz**, à Cambridge (États-Unis).
- **M. Airy**, à Greenwich.
- **M. de Baer**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Bunsen**, à Heidelberg.
- **M. Forbes**, à Édimbourg.
- **M. Graham**, à Londres.
- **M. de Martius**, à Munich.
- **M. Péters**, à Altona.
- **M. Tchébychef**, à Saint-Pétersbourg.
- **M. Wheatstone**, à Londres.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

L'Abyssinie et le roi Théodore; par M. Ant. D'ABBADIE. Paris, 1868; br. in-8°.

Sur la floraison de la vigne; par M. Henri MARÈS. Montpellier, 1868; br. in-8°.

Commentaires thérapeutiques du Codex medicamentarius; *par* M. Ad. GUBLER. Paris, 1868; grand in-8° relié.

Les tombelles antéhistoriques de la côte de Malzéville, 1re série; *par* M. Raoul GUÉRIN. Nancy, 1868; br. in-8°.

Notice zoologique et anatomique sur une espèce de Chetoptère (Chœtopterus Quatrefagesi, Nob.) *des côtes de la Manche; par* M. S. JOURDAIN. Paris, 1868; br. in-8°.

Les conifères: indigènes, exotiques; par M. C. DE KÉRIVAN, avec une Introduction de M. le vicomte DE COURVAL. Paris, 1868; 2 vol. in-32 avec figures.

Dissertation sur l'âge de pierre auquel on attribue vingt mille ans d'antiquité, ce qui aurait couvert la terre entière d'ossements d'hommes qu'on n'y trouve pas; et preuves nouvelles de la civilisation assyrienne et peu antique de la Chine, et des fausses époques assignées, par les Égyptologues de nos jours, aux Pharaons qui, à partir de Joseph, ont dominé l'Asie entière et même l'Europe, commençant alors à se peupler; par M. le ch. DE PARAVEY. Paris, 1868; br. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. TRESCA. Paris, 1868; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg*, session 1866-67, t. VI. Édimbourg, sans date; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXIV, 3e partie, session 1866-67. Édimbourg, 1868; in-8° avec planches.

Scenes... *Scènes et études de la vie sauvage; par* M. G. MALCOLM SPROAT. Londres, 1868; in-12 relié.

Il nuovo... *Le nouveau goniomètre; par* M. F. FICHERA. Catane, 1867; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 mars 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé; publié par ordre du Ministre de la Guerre, 3e série, t. XIX. Paris, 1867; in-8°.

Exposition universelle de 1867 à Paris. Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Michel CHEVALIER : *Instruments de mathématiques et modèles pour l'enseignement des sciences ; par* M. Ed. GRATEAU. Paris, 1867; in-8°.

L'Industrie, l'Hygiène et le Choix des professions, Mémoire lu à l'Académie de Médecine; par M. F.-X. POZNANZKI. Paris, 1868; br. in-12.

De la vapeur. Du combustible et de sa disette prochaine; par M. BOUCHER DE PERTHES. Paris, 1868; br. in-12.

Étude sur le phosphore; par M. C. LADREY. Paris, 1868; in-8°.

Sur la fabrication du chlorure de chaux et sur la chlorométrie; par M. A. BOBIERRE. Paris, 1867; 4 pages in-4°.

Peinture géographique du monde moderne; par Mme V.-F. PLÉE. Paris, 1868; in-12.

De l'acier et de sa fabrication; par M. L. GRUNER. Paris, 1867; grand in-8° avec planches. (Présenté par M. Combes.)

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin,* 2e série, t. XXIII. Turin, 1866; in-4° avec planches.

Atti... *Actes de l'Académie royale des Sciences de Turin, mars à juin* 1867. Turin, 1867; 4 brochures in-8° avec planches.

Dell' uso... *De l'usage du principe géométrique des résultantes dans la théorie des tétraèdres; par* M. le professeur Dom. CHELINI. Bologne, 1867; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Preliminari... *Préliminaires d'une théorie géométrique des superficies; par* M. L. CREMONA, pages 49 à 100. Milan, 1867; in-4°.

Modo... *Mode pour trouver la vérité et conquérir Rome ;* par le professeur G. GALLO. Turin, 1868; br. in-8° (2 exemplaires).

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1868. (Fin.)

Journal des Fabricants de Sucre; nos 43 à 46, 1867; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 3, 1868; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 6 à 9, 1868; in-4°.

La Guida del Popolo; n° 7, 1868; in-8°.

L'Art médical; février 1868; in-8°.

L'Art dentaire; n° 2, 1868; in-12.

La Science pour tous; 13e année, nos 10 à 13, 1868; in-4°.

Le Gaz; n° 12, 1867; n° 1er, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 22 et 23, 1868; in-4°.

Les Mondes..., nos 6 à 9, 1868; in-8°.

Le Sud médical; nos 2, 3, 4, 1868; in-8°.

L'Imprimerie, janvier 1868; in-4°.

Magasin pittoresque; février 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; septembre et octobre 1867, et janvier 1868; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse.* Berlin, novembre 1867; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 3, 1868; in-12.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; février 1868; in 8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février 1868; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; nos 7 et 8, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; février et mars 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 4 et 5, 1868; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Naples, janvier 1868; in-4°.

Société d'Encouragement, Résumé des procès-verbaux, séances des 24 janvier et 14 février 1868; in-8°.

The American Journal of Science and Arts; n° 130, 1867; in-8°.